

Economia da ciência, tecnologia e inovação Fundamentos teóricos e a economia global

Márcia Siqueira Rapini, Janaina Ruffoni
Leandro Alves Silva, Eduardo da Motta e Albuquerque

CIA

Este livro foi escrito para ser utilizado nas disciplinas de graduação e pós-graduação relacionadas à Ciência, Tecnologia e Inovação. O livro apresenta os fundamentos teóricos da elaboração neo-schumpeteriana em suas múltiplas dimensões.

Esperamos que esta obra seja um ponto de partida, não apenas para aqueles que buscam uma iniciação nesse tema complexo, mas também para os que pretendem iniciar uma reflexão mais detida a respeito da economia da inovação, sua dinâmica e seus componentes.

Nosso desejo é que as páginas que seguem constituam uma leitura útil e agradável para todos. Que o livro possa contribuir para preencher algumas lacunas, instigando novos trabalhos e avanços nesta disciplina que abraçamos.

NTOS

S

**Economia da ciência,
tecnologia e inovação
Fundamentos teóricos
e a economia global**

Coleção

População e Economia

Desde 2003, a *Coleção População & Economia* vem servindo como veículo para divulgação dos estudos e pesquisas realizados pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), em linha com a missão da UFMG de gerar e difundir conhecimento científico, tecnológico e cultural que possa servir como insumo para intervenções transformadoras na sociedade, orientadas para o desenvolvimento socioeconômico regional e nacional.

A partir de 2018, em parceria com a Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG, a Coleção População & Economia toma novos rumos com a adoção de um modelo editorial mais moderno e flexível. Voltada para a produção de conteúdo em formato eletrônico, com acesso universal aberto e gratuito, essa nova etapa na história da coleção permitirá que os resultados do nosso trabalho sejam colocados ao alcance do público de maneira mais ágil, transparente e democrática. Reforçamos, assim, nosso compromisso com a relevância social da atividade acadêmica, abrindo as portas para um diálogo mais fértil com o mundo ao nosso redor.

Márcia Siqueira Rapini
Janaina Ruffoni
Leandro Alves Silva
Eduardo da Motta e Albuquerque

Economia da ciência, tecnologia e inovação Fundamentos teóricos e a economia global

Belo Horizonte
Cedeplar
2021

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitora Sandra Regina Goulart Almeida

Vice Reitor Alessandro Fernandes Moreira

FACE

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Diretor: Hugo Eduardo Araujo da Gama Cerqueira

e Vice-Diretora: Kely César Martins de Paiva

CEDEPLAR

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E

PLANEJAMENTO REGIONAL

Diretor: Frederico Gonzaga Jayme Jr.

Vice-Diretor Gustavo de Britto Rocha

COMITÊ EDITORIAL

Carlos Eduardo Suprinyak

Bernardo Lanza Queiroz

Eduardo da Motta e Albuquerque

Leonardo Vasconcelos Renault

FICHA CATALOGRÁFICA

E19
2021

Economia da ciência, tecnologia e inovação : fundamentos teóricos e a economia global / Márcia Siqueira Rapini, Janaina Ruffoni, Leandro Alves Silva e Eduardo da Motta e Albuquerque organizadores. – 2.ed.
Belo Horizonte: FACE - UFMG, 2021.
711 p. : il. (População e economia).

ISBN 978-65-88208-12-0

Inclui bibliografias.

1. Desenvolvimento econômico. 2. Globalização. 3. Inovações tecnológicas.
I. Rapini, Márcia Siqueira. II. Ruffoni, Janaina. III. Silva, Leandro Alves. IV. Albuquerque, Eduardo da Motta e. V. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

CDD: 338.9

Biblioteca da FACE/UFMG. – LVR/130/2020

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault CRB-6/2211



Publicação sob a licença Creative Commons Atribuição-Não
Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

*Dedicamos esse livro a dois grandes mestres
economistas que sempre nos inspiraram:
Prof. Rodrigo Simões e Prof. David Kupfer.*

Sumário

Prefácio
Apresentação da 1ª Edição

Introdução

PARTE 1

Introduzindo a Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação 32

Capítulo 1

A economia evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica. 33

Hugo Eduardo A. da Gama Cerqueira

Capítulo 2

Revoluções tecnológicas e *general purpose technologies*: mudança técnica, dinâmica e transformações do capitalismo. 53

Eduardo da Motta e Albuquerque

Capítulo 3

Schumpeter, os neo-schumpeterianos e as instituições: conceito e atuação numa economia dinâmica e globalizada. 84

Ednilson Silva Felipe e Arlindo Villaschi Filho

PARTE 2

Ciência, Tecnologia e a Inovação na prática 114

Capítulo 4

Ciência: avanços e interações. 115

Tulio Chiarini

Capítulo 5

Universidade: trajetória e papel no progresso tecnológico. 140

Janaina Ruffoni, Aurélia Adriana de Melo e Gisele Spricigo

Capítulo 6

Empresa inovadora: teoria, conceitos e métricas. 161

Julia Paranhos e Lia Hasenclever

Capítulo 7

Processos de aprendizado e capacidades no nível das firmas. 183

Ana Lúcia Tatsch

Capítulo 8

Cooperação para a inovação. 206

Jorge Nogueira de Paiva Britto

Capítulo 9

Inovação organizacional. 233

*Allan Claudius Queiroz Barbosa, Renata Barcelos Moreira Santos
e Daniel Paulino Teixeira Lopes*

Capítulo 10

Inovação em serviços. 245

Alessandro Maia Pinheiro e Paulo Bastos Tigre

Capítulo 11

Geografia da inovação. 266

Renato Garcia

Capítulo 12

Financiamento da inovação: uma proposta de articulação entre as abordagens pós-keynesiana e neo-schumpeteriana. 295

Anderson Cavalcante, Márcia Siqueira Rapini e Solange Gomes Leonel

PARTE 3

Inovação e Desenvolvimento 322

Capítulo 13

Sistemas de inovação e desenvolvimento. 323

Marina Szapiro, Marcelo Gerson Pessoa de Matos e José Eduardo Cassiolato

Capítulo 14

Sistemas de inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea. 351

Pablo Felipe Bittencourt e Silvio Antônio Ferraz Cário

Capítulo 15

Internacionalização e sistemas nacionais de inovação. 385

Leandro Alves Silva

Capítulo 16

Uma abordagem evolucionária da difusão tecnológica e obstáculos ao *catch up* em países em desenvolvimento. 417

Rogério Gomes e Celso Neris Junior

Capítulo 17

Transferência internacional de tecnologia. 439

Ester Carneiro do Couto Santos

PARTE 4

Modelos Evolucionários, Política de Inovação e Indicadores 460

Capítulo 18

Inovação e modelagem evolucionária. 461

Thiago Caliari e Ricardo Machado Ruiz

Capítulo 19

EcoInovação e sustentabilidade: o papel das políticas públicas. 490

Rosa Livia Montenegro e Flávia Pereira Carvalho

Capítulo 20

Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação. 516

Pablo Felipe Bittencourt e André Tortato Rauen

Capítulo 21

Avaliação de política de inovação. 543

Ana Paula Macedo de Avellar

Capítulo 22

Ciência, tecnologia e inovação: como mensurar? 561

Priscila Koeller e Pedro Miranda

Lista de tabelas

Capítulo 2

Tabela 1. Cinco revoluções tecnológicas 69

Capítulo 18

Tabela 1. Representação de uma população de agentes 473

Tabela 2. Adaptação 473

Capítulo 21

Tabela 1. Estudos selecionados de avaliação de política de inovação 555

Lista de gráficos

Capítulo 17

Gráfico 1. Distribuição dos Pagamentos e Recebimentos de Royalties por Bloco de Países (1999-2018) 441

Gráfico 2. Relações Entre Pagamento de Royalties, Despesas com P&D e PIB da Economia Mundial (1999-2017) 447

Capítulo 20

Gráfico 1. Frequência percentual dos termos “política de inovação”, “teoria da inovação” e “sistemas nacionais de inovação” tal como são grafadas em língua inglesa, segundo o total de publicações, 1910-2008 518

Gráfico 2. - Frequência percentual dos termos “política científica”, “política tecnológica” e “política de inovação” tal como são grafadas em língua inglesa, segundo o total de publicações, 1910-2008 518

Capítulo 21

Gráfico 1. Sequência de potenciais efeitos de uma política de inovação 546

Capítulo 22

Gráfico 1. Brasil: Percentual de empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo, segundo as atividades selecionadas da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços, 2008/2014 (%) 581

Gráfico 1. Patentes depositadas por residentes no Brasil: Evolução e Distribuição (%) por área tecnológica - 2000-2015 589

Lista de figuras

Capítulo 1

Figura 1. Diagrama de bifurcação representando os estados estacionários possíveis de uma estrutura dissipativa 46

Capítulo 4

Figura 1. Modelo linear da inovação tecnológica 128

Figura 2. Modelo de quadrantes da pesquisa científica 130

Capítulo 10

Figura 1. Modelo de vetores de características e competências para inovações em serviços 254

Figura 2. Comparativo de abordagens da inovação em serviços 255

Capítulo 12

Figura 1. Etapas do processo de inovação 306

Figura 2. Preferências primárias das fontes de financiamento à inovação 314

Capítulo 14

Figura 1. Focos principais das abordagens Restrita e Ampla de Sistemas de Inovação 362

Capítulo 15

Figura 1. Modelo do ciclo do produto 401

Capítulo 16

Figura 1. O Ciclo da Tecnologia: As ideias fundadoras 419

Figura 2. Diferentes ciclos da tecnologia na perspectiva evolucionária 426

Capítulo 17

Figura 1. A empresa subsidiária: links entre fontes de capacitação* 453

Capítulo 18

Figura 1. Estrutura e rotinas decisórias da firma 469

Figura 2. Rede de informações locais e trocas individuais 472

Capítulo 20

Figura 1. Tipologia de políticas de inovação 525

Lista de quadros

Capítulo 4

- Quadro 1.** Síntese dos principais enfoques sobre a Ciência 117
- Quadro 2.** Neutralidade da ciência 119
- Quadro 3.** O caso da Bell Laboratories 120
- Quadro 4.** Avanços na nanociência e na nanotecnologia 123
- Quadro 5.** Conhecimento científico codificado versus tácito 132
- Quadro 6.** Características do conhecimento científico 134

Capítulo 6

- Quadro 1.** Taxonomia setorial de acumulação tecnológica 170
- Quadro 2.** Estratégias tecnológicas das empresas 171
- Quadro 3.** Tipos e dimensões das inovações 176
- Quadro 4.** Tipos de atividades inovativas 179

Capítulo 7

- Quadro 1.** Emprego do termo “capacidades” 191

Capítulo 8

- Quadro 1.** Categorização dos motivos das empresas para a cooperação em P&D e inovação (Adaptado de Taxonomia de Hagedoorn, 1993) 217

Capítulo 10

- Quadro 1.** Inovações em serviços: trajetórias e objetivos 251
- Quadro 2.** Métricas da mensuração e abordagem associada aos serviços 259
- Quadro 3.** Correspondências entre a abordagem de síntese e as categorias do Manual de Oslo 265

Capítulo 12

- Quadro 1.** Diferentes graus de incerteza das atividades inovativas 308
- Quadro 2.** Estágios de desenvolvimento da empresa inovadora 312

Capítulo 13

- Quadro 1.** Pontos de convergência de escolas de pensamento sobre desenvolvimento 343

Capítulo 14

Quadro 1. Peso de critérios dados pelas perspectivas analíticas 367

Capítulo 15

Quadro 1. Surgimento e crescimento da empresa moderna 392

Capítulo 17

Quadro 1. Principais canais de transferência internacional de tecnologia 445

Quadro 2. Principais mecanismos de transferência internacional de tecnologia (TIT) via IDE 456

Capítulo 18

Quadro 1. Sugestão de artigos seminais de MBA em economia 474

Capítulo 19

Quadro 1. Taxonomia de ecoinovações 493

Quadro 2. Determinantes das ecoinovações 494

Quadro 3. Características dos antigos e dos novos projetos 512

Capítulo 20

Quadro 1. Instrumentos, orientação geral e objetivos 529

Capítulo 22

Quadro 1. Indicadores: qualidades desejáveis 567

Quadro 2. Informações disponíveis nas pesquisas de inovação 580

Quadro A.I: Resumo dos manuais de referência 602

Quadro A.II: Resumo das fontes 604

A INOVAÇÃO É UM GOL

Como certa feita tive a oportunidade de sintetizar, a inovação é um gol. E não somente por corresponder ao auge, ao clímax do jogo de futebol ou da competição econômica, como, de fato, ambos são. A analogia que interessa aqui explorar é outra e decorre de uma reflexão sobre os atores do processo. Assim como o gol, a inovação é fruto de um rol de ações convergentes realizadas por uma multiplicidade de atores em cooperação. Quem fez o gol? O atacante que colocou a bola para dentro? O companheiro que deu a assistência? O marcador que tomou a bola do adversário? O treinador que concebeu a tática? Todos eles. E essa mesma resposta é a que vale para a inovação que é, igualmente, o resultado bem-sucedido de um esforço coletivo envolvendo empresas de diversas naturezas, universidades e instituições de pesquisa e todos os demais integrantes dos ecossistemas de inovação.

A inovação está no centro das políticas públicas efetivadas por países avançados e, também, pelos países emergentes que conseguiram progredir em seus níveis de desenvolvimento socioeconômico nas últimas décadas. Esse livro, que brinda o leitor com uma edição revista - e ampliada com mais sete capítulos - da primeira versão lançada há três anos, aborda com grande competência e profundidade todos os tópicos relevantes para o aprofundamento da reflexão e da compreensão sobre o tema.

A inovação é, de fato, um fenômeno muito amplo que exige um enorme percurso intelectual para o estabelecimento dos seus princípios e para o desenho das suas práticas. Desde a invenção, que é algo mais ligado ao mundo da ciência, até a inovação propriamente dita, que se relaciona com as atividades de pesquisa aplicada e, ainda, a difusão, que é o reflexo de uma miríade de fatores condicionantes empresariais, estruturais e sistêmicos, todas essas dimensões e suas extensas interrelações são contempladas nesse livro de forma a suprir o leitor com um painel completo de informações e conhecimentos requeridos para navegar com segurança pelas águas muitas vezes traiçoeiras do assunto.

Em um mundo em rápida transformação, são muitas as mudanças que precisam ser identificadas, compreendidas e analisadas. No plano tecnológico, assiste-se a um fenômeno contraditório. De um lado, observa-se uma ampliação do hiato tecnológico entre os países em vista do aumento da importância da base científica da inovação. De outro, avançam as *Tecnologias Indiferenciadas* (General Purpose Technologies), especialmente as tecnologias de informação, as biotecnologias e as nanotecnologias que, por sua vez, abrem importantes janelas de oportunidade para as nações retardatárias.

No plano da concorrência capitalista, há igualmente importantes mudanças

em curso no papel das empresas no interior dos ecossistemas de inovação, agora muito mais globalizados, fragmentados e diversificados. No plano da demanda, aparecem novas tendências associadas ao esgotamento de recursos naturais e energéticos, a questão da sustentabilidade e do clima e o aumento do peso econômico dos países emergentes e dos impactos disso tudo na definição de padrões de consumo mais inclusivos. Tudo junto e misturado, verifica-se o surgimento de agendas de inovação diferentes e que desafiam intensamente a capacidade de adaptação e resposta dos sistemas nacionais de inovação.

Em meio a tantas transformações chama a atenção a fragilidade da resposta brasileira a esses formidáveis desafios. Mesmo a despeito de avanços importantes ocorridos na área científica e, também, de uma maior prioridade conferida pelas políticas públicas ao fomento a PD&I em período recente, e agora em franca desconstrução, o Brasil se mantém como um caso nacional de baixa inovação. As sucessivas edições da PINTEC confirmam um padrão em que pouco mais de um terço das empresas introduzem algum tipo de inovação, sendo a imensa maioria delas simplesmente empresas imitadoras (inovações de produto ou processo novas para a empresa, mas não para o seu mercado de atuação). Empresas efetivamente inovadoras, que introduzem novidades e realizam gastos em P&D superiores a 0,5% do faturamento, são menos de 500 (0,5% do total). Empresas inovadoras de classe mundial, isto é, que introduziram produtos ou processos completamente novos para o mercado mundial contam-se nos dedos. Como resultado, embora tenham sido registrados no passado recente um conjunto de iniciativas bem-sucedidas em alguns sistemas setoriais de inovação (aeronáutica, petróleo, agrobiotecnologia, saúde, dentre outros), vive-se uma época em que essas conquistas estão sob risco e que podem vir a se juntar a outras que estão em franca involução, como vem se constatando em áreas relacionadas a semicondutores, química, telecomunicações ou mecânica.

São muitas as razões que explicam a baixa taxa de inovação prevalecente no Brasil. Em função da instabilidade macroeconômica que marca a economia brasileira desde sempre, toda a energia empresarial é dedicada à sobrevivência de curto prazo. O elevado custo do capital que se pratica no país e a virtual ausência de linhas de financiamento adequadas às incertezas e ao longo tempo de maturação que caracterizam o esforço de inovação limitam severamente a capacidade de investimento nesse campo. No plano estrutural, em um processo de causação circular difícil de ser quebrado, é pequeno o peso na matriz produtiva brasileira dos setores de maior conteúdo tecnológico, aqueles que mais ganham e, portanto, mais gastam, com a inovação. Como agravante, nesses setores mais intensivos em tecnologia é forte a presença de empresas multinacionais com pouca propensão a inovar localmente.

Como resultado, o Brasil parece ter se deixado aprisionar em um estágio intermediário de desenvolvimento tecnológico. Escapar dessa armadilha exige avançar mesmo que etapas anteriores não tenham sido ainda devidamente concluídas. Em termos práticos, novos objetivos, instituições e instrumentos se fazem necessários mesmo que em superposição aos preexistentes, o que exige das instâncias envolvidas maior capacidade de diagnóstico e formulação do que antes. Por essa razão, as dificuldades de montagem do modelo de fomento à inovação tecnológica no Brasil são hoje maiores, ou pelo menos diferentes, do que no passado.

Dado esse quadro, fica clara a função primordial desse livro: proporcionar um referencial brasileiro de reflexão, compatível com a abrangência e a complexidade que o estudo da inovação requer no mundo contemporâneo. Concebido e organizado sob a liderança de um competente grupo de professores do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da UFMG e elaborado por muitos dos principais estudiosos do assunto no Brasil, não tenho dúvida em afirmar que nos campos analítico, interpretativo e propositivo, *Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação* é também um gol. Um golaço.

David Kupfer

Pesquisador Emérito do CNPq e Professor do IE-UFRJ

Dezembro de 2019

APRESENTAÇÃO DA 1ª EDIÇÃO

No mundo contemporâneo é notoriamente reconhecido que educação, ciência e tecnologia são as bases, os fundamentos, os meios e os instrumentos que alimentam, condicionam e determinam os processos inovativos. Esses processos se manifestam em diversas dimensões, escalas e temporalidade e, consequentemente, possuem diferentes características, ritmos, localizações e tendências.

A análise histórica dos processos de desenvolvimento pode identificar alguma forma de inovação como base para as alterações estruturais, econômicas e sociais. No entanto, só a partir da segunda metade do século XIX, quando os avanços tecnológicos passaram a ser determinados pelo avanço da ciência é que o casamento entre ciência e tecnologia passou a ser teoricamente identificado e reconhecido nos clássicos da economia política. Adam Smith (1776), em *A Riqueza das Nações*, demonstra o papel da divisão do trabalho no aumento da produtividade. David Ricardo (1817), em seus *Princípios de Economia*, ao analisar a introdução do sistema de maquinaria, embora identifique seus efeitos contraditórios, conclui que esse sistema beneficiaria todas as classes sociais, pelo aumento dos lucros e das rendas e pela redução do preço dos bens de consumo. Karl Marx (1867) analisa a passagem histórica e metodológica da cooperação, da manufatura e da grande indústria como base para o desenvolvimento das forças produtivas, do aumento da mais valia e da acumulação, e como arma de competição interempresarial.

Foi, no entanto, Joseph Schumpeter, em seu clássico *Teoria do Desenvolvimento* (1911) e em suas obras posteriores, com destaque para *Business Cycle* (1939) e *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942) quem formalizou, de forma explícita, o papel da inovação no desenvolvimento econômico. A partir daí, a temática da inovação ganhou reconhecimento e destaque teórico no sistema acadêmico mundial, na gestão dos negócios e nas políticas públicas, inaugurando o que passou a ser conhecido como Escola Neo-Schumpeteriana.

Posteriormente, foram identificadas diferentes experiências práticas e espontâneas de constituição de diversas formas de arranjos institucionais orientados para promoção dos processos inovativos. Os avanços de interpretação teórica e as experiências práticas levaram ao planejamento de diferentes formatos institucionais e de políticas de desenvolvimento científico e tecnológico como base para alavancar os processos de desenvolvimento e ampliar a capacidade de competição. São exemplos generalizados na escala mundial, as cidades científicas, os parques científicos e tecnológicos, as incubadoras de empresas, a formação de “clusters” industriais, entre outras denominações.

Essas experiências variaram de grandes ou medianos sucessos a fracassos relati-

vos ou absolutos. Essa constatação demonstra os riscos da cópia empirista acrítica e reforça a necessidade de um maior aprofundamento teórico e de uma análise factual e apropriada dos diferentes casos, países, regiões ou setores.

Na atualidade, diante dos grandes desafios do mundo globalizado, competitivo, desigual e com graves riscos ambientais, têm proliferado, em todas as partes do mundo, interpretações teóricas sobre o papel da inovação no desenvolvimento e das diferentes formas de sua implementação. O grande desafio passou a ser a articulação entre educação, ciência, tecnologia, políticas públicas e prática empresarial para a identificação de processos inovativos capazes de promover o desenvolvimento capitalista, visto muito mais como criação de capacidade de competição internacional, inter-regional ou entre setores e empresas. Nesse sentido, ressaltam-se os riscos da corrida cega e do gnosticismo científico e tecnológico sobre a humanidade. Isso porque o que se observa neste trajeto é a submissão da humanidade a serviço do percurso científico e tecnológico com o fim em si mesmo e não em benefício da humanidade e de sua emancipação, como nos adverte Hermínio Martins em seu *Civilização Tecnológica e Experimentum Humanum*.

Por tudo isto, a presente obra vem preencher uma enorme lacuna na literatura especializada. Organizada por um grupo de professores do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), instituição que consolidou, ao longo das últimas décadas, um destacado grupo de especialistas em estudos sobre o papel da ciência, da tecnologia e da inovação nos processos de desenvolvimento. Cabe, nesta oportunidade, registrar e comemorar que, em 2017, o CEDEPLAR completará 50 anos de funcionamento, possuindo dois programas de pós-graduação (Economia e Demografia), com reconhecimento nacional e internacional. O presente livro reúne a contribuição de um grupo de pesquisadores brasileiros de diversas instituições, trabalhando em diferentes dimensões da temática ciência, tecnologia e inovação, de forma complementar e articulada. Os textos foram preparados de forma a organizar o pensamento da comunidade acadêmica, com aprofundamento das diferentes dimensões dessa relação, sem perder de vista uma visão de conjunto, como ilustra o sumário dos 15 capítulos que compõem a obra.

É, portanto, com grande alegria que apresento esta obra, recomendando sua leitura. Estou seguro de que ela trará enorme contribuição e impacto no avanço do conhecimento na área e em uma melhor adequação na busca de uma política de desenvolvimento na formulação de um Projeto de Nação orientado para a emancipação humana por meio da articulação entre desenvolvimento econômico, justiça social e sustentabilidade ambiental.

Clélio Campolina Diniz

Professor Emérito da UFMG e Ex-Ministro de Ciência, Tecnologia e Inovação

INTRODUÇÃO

A primeira edição deste livro, publicado em 2017, nasceu como resposta à dúvida de um colega do Departamento de Ciências Econômicas da UFMG que nos instigou perguntando se faltava algum livro na nossa área. Não hesitamos em responder rapidamente que sim, não faltava apenas um, mas faltavam muitos. A partir de então ele nos encorajou a pensar em um formato de livro que contribuísse para a nossa área de pesquisa.

Foram várias as alternativas, mas chegamos ao consenso de que faltava um livro que pudesse ser utilizado nas disciplinas que ministrávamos tanto na graduação quanto na pós-graduação relacionadas a Ciência, Tecnologia e Inovação. A proposta era que o livro fosse além da discussão dos fundamentos teóricos. Ele deveria apresentar também, na medida do possível, os desafios de se inserir a discussão dessa temática no contexto de uma Economia Global. Com isso, nasceu a primeira edição deste livro.

Esta segunda edição foi inspirada nos aprendizados de vários de nós no uso do livro nas disciplinas de graduação e pós-graduação, e nas lacunas que foram identificadas. Chegamos ao consenso de que queríamos, além de atualizar as discussões, construir um livro mais atemporal, com mais densidade teórica, enfim, um quase “manual”. Não temos a pretensão de ter alcançado este objetivo, mas estamos certos de ter um livro melhor e certamente mais completo. Ademais, queríamos que o livro fosse no formato e-book de acesso irrestrito para muitos alunos e pesquisadores. Agradecemos o apoio da **CEMIG**, da **Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN)** e da **Coleção População e Economia do Cedeplar (UFMG)** que permitiram que este objetivo se concretizasse. Esperamos que os fundamentos teóricos do estudo da Ciência, Tecnologia e Inovação possam ser conhecidos e estudados por muitos interessados.

Por que ciência, tecnologia e inovação? A resposta, aparentemente óbvia, pode ser apresentada, em pelo menos, duas dimensões.

A primeira dimensão é teórica. Mesmo que, em geral, as referências à tecnologia como um fator notável para o crescimento econômico dos países sejam feitas a partir do trabalho de Solow (1956-1957),¹ que atribui 82,5% do crescimento

1. SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, p. 65-94, 1956. SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, v. 39, p. 748-762, 1957.

do produto per capita ao progresso tecnológico e apenas 12,5% ao aumento no uso do capital, elementos de progresso técnico podem ser rastreados até os trabalhos de David Hume, Adam Smith e Karl Marx (ROSENBERG, 1976). Mas é com Schumpeter (1883-1950) que o processo de mudança econômica se torna endógeno a partir da introdução de novas combinações (inovações) na vida econômica motivada pela obtenção do lucro, primeiramente levada a cabo pelo empresário (SCHUMPETER, 1934 [1911])² e depois pela firma capitalista (SCHUMPETER, 1961 [1942]).³ A partir da elaboração schumpeteriana (e posteriormente a neo-schumpeteriana), a dinâmica capitalista torna-se indissociável do processo de destruição criativa em que as inovações, sobretudo as de natureza tecnológica, transformam incessantemente as estruturas do sistema.

A segunda dimensão é a da oportunidade. Richard Nelson (2012)⁴ expõe sua percepção do que seria um livro texto de economia com uma perspectiva schumpeteriana. No geral, Schumpeter aparece em notas de rodapé, sendo que o desejável é ter a inovação no centro da análise, considerando o sistema em que o agente inovador opera. Há, portanto, uma percepção de vazio em relação a uma literatura econômica, principalmente em língua portuguesa, que sintetize os princípios básicos e os avanços dessa perspectiva evolucionária e que se configure uma “porta de entrada” para os interessados no assunto. Mais do que isso, trata-se de uma oportunidade de lançar um olhar sobre aspectos contemporâneos do progresso tecnológico como a crescente internacionalização da ciência e da tecnologia (NELSON; ROSENBERG apud NELSON, 1993)⁵ e da integração produtiva e a dinâmica global intensificadas pela ação das empresas multinacionais.

A fim de dar conta da amplitude da temática relacionada à Ciência, Tecnologia e Inovação, o livro foi pensado e organizado em quatro partes e foram adicionados sete capítulos em relação à primeira edição. A primeira parte do livro foi denominada de *Introduzindo a Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação* e possui três capítulos que apresentam ao leitor a abordagem evolucionária (Capítulo 1), bem como a temática da inovação na perspectiva do capitalismo e de suas sucessivas ondas (Capítulo 2). Também conta com uma leitura diferente da obra

2. SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982 [1934].

3. SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961 [1942].

4. NELSON, R. R. Why Schumpeter has had so little influence on today’s main line economics, and why this may be changing. **Journal of Evolutionary Economy**, v. 22, p. 901-916, 2012.

5. NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. R. (ed.). **National innovation systems**: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.

de Schumpeter sobre o prisma das instituições (Capítulo 3).

A segunda parte *Ciência, Tecnologia e a Inovação na prática* abarca conceitos e dimensões relacionados às perspectivas micro e meso da agenda neo-schumpeteriana, fundamentais para a compreensão da dinâmica inovativa, tais como o papel da ciência (Capítulo 4) e das universidades (Capítulo 5). Abrange também a empresa inovadora (Capítulo 6) e os processos de aprendizado e de capacidades (Capítulo 7), bem como a estratégia de cooperação para inovação (Capítulo 8). Os dois capítulos seguintes fazem parte da agenda atual de pesquisa neo-schumpeteriana: inovação organizacional (Capítulo 9) e inovação em serviços (Capítulo 10). Para finalizar essa parte, ainda são oferecidos ao leitor duas discussões referentes: à geografia da inovação (Capítulo 11) e à problemática do financiamento da atividade inovativa (Capítulo 12).

A terceira parte introduz a dimensão macroeconômica com a temática de *Inovação e Desenvolvimento*. Para isso apresentam-se o conceito-chave de Sistema Nacional de Inovação, sua dimensão histórica e suas perspectivas para o desenvolvimento sócio-econômico (Capítulos 13 e 14), o papel das empresas multinacionais e da internacionalização (Capítulo 15), o processo de difusão de inovações (Capítulo 16) e os fluxos internacionais de tecnologia (Capítulo 17).

A quarta e última parte, reúne temas importantes que não poderiam não poderiam faltar no livro: *Modelos Evolucionários, Política de Inovação e Indicadores*. Esta parte é composta por cinco capítulos. O Capítulo 18 introduz os modelos evolucionários ao leitor. Os três seguintes são voltados a temários em Política de CT&I como as ecoinovações (Capítulo 19), racionalidade e instrumentos (Capítulo 20) e avaliação (Capítulo 21). Por fim, o último capítulo do livro, o Capítulo 22, discorre sobre os principais indicadores de CT&I.

Espera-se que este livro tenha a capacidade também de ser um estímulo para que outras obras semelhantes possam ser construídas, e consigamos, assim, uma melhor difusão da importância, dos conceitos e das possibilidades de compreensão da dinâmica inovativa e econômica a partir do arcabouço neo-schumpeteriano.

A seguir apresentamos, de forma breve, o conteúdo de cada capítulo, sendo um convite para o leitor avançar na leitura.

No Capítulo 1, Hugo Eduardo A. da Gama Cerqueira localiza o surgimento da teoria evolucionista a partir da crise no núcleo duro da ciência econômica. Apresenta de forma clara e didática as fontes e as características da abordagem evolucionista, e como essa se distingue de outras abordagens econômicas. Nas palavras do autor “esta perspectiva emergiu a partir de pesquisas empíricas sobre inovações tecnológicas e transformações institucionais em diferentes países, que deixaram claro as dificuldades de reconciliar os princípios centrais das teorias convencionais com os resultados obtidos nessas investigações.”

No Capítulo 2, Eduardo da Motta e Albuquerque apresenta a dinâmica das revoluções tecnológicas, a partir de uma releitura original dos escritos de Kondratiev e de sua articulação com o desenvolvido por Schumpeter em *Business Cycles*. São apresentadas também a elaboração neo-schumpeteriana sobre as ondas longas sistematizada por Freeman e Perez e as contribuições das denominadas *general purpose technologies* na compreensão da dinâmica de longo prazo do capitalismo. O capítulo é concluído apresentando as mudanças na dinâmica das revoluções tecnológicas e os novos desafios.

No Capítulo 3, Ednilson Silva Felipe e Arlindo Villaschi Filho introduzem o conceito de instituições, conceito-chave na elaboração neo-schumpeteriana, partindo da visão do próprio Schumpeter. Após esta digressão, que em si é uma contribuição inédita para os estudiosos da obra de Schumpeter, os autores apresentam a diversidade de conceitos neo-schumpeterianos, os quais também abrangem o entendimento sobre as instituições. A última seção, ao fazer reflexões sobre o mercado global e a dinâmica inovativa, apresenta temas de fronteira de pesquisa relacionadas às instituições necessárias ao atual estágio do capitalismo.

O Capítulo 4 é o primeiro da segunda parte. Elaborado por Tulio Chiarini, explicita a Ciência, seus múltiplos olhares, bem como a importância de seu papel para a Economia e, mais recentemente, para os estudos a respeito do avanço tecnológico e da inovação. De forma bastante didática, o autor apresenta os principais aspectos discutidos no âmbito da ciência para sua contribuição para o processo inovativo, tal como a diferença entre ciência básica e aplicada; entre ciência aberta e fechada; e a emergência do que foi denominado Economia da Ciência. Sem esgotar a discussão, o Capítulo 4 é um chamado para que pesquisadores se interessem pela temática e por investigações na área.

O Capítulo 5, elaborado por Janaina Ruffoni, Aurélia Adriana de Melo e Giselle Spricigo, discute a importância do papel da universidade para a ciência, tecnologia e inovação. Neste capítulo é descrita a trajetória histórica da universidade e a relevância do papel deste ator na geração de inovações. São apresentadas duas abordagens que consideram a inovação como um processo sistêmico no qual a universidade possui papel relevante: a de Sistema Nacional de Inovação e a da Hélice Tripla. As autoras destacam a relevância das abordagens da “universidade empreendedora” e da “universidade desenvolvimentista”, de forma não exaustiva, e com a intenção de dar destaque ao crescimento da importância do papel da universidade no progresso tecnológico. O capítulo destaca que a relação entre universidade e inovação é complexa, exigindo um crescente esforço para entender sua dinâmica, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil.

O Capítulo 6 foi elaborado por Julia Paranhos e Lia Hasenclever e é um esforço

de apresentar a empresa inovadora dentro da teoria da firma. Além de retratar os principais desenvolvimentos teóricos que procuraram se adentrar na “caixa-preta” da empresa inovadora, são apresentados, de forma detalhada, os esforços e as estratégias de inovação das empresas. Ademais, o capítulo apresenta métricas e indicadores para coleta, análise e avaliação dos esforços inovadores das empresas. A conclusão do capítulo, ao apresentar a fronteira de pesquisa do tema, é um convite para que mais pesquisadores possam contribuir na compreensão de capacidades internas que permitem às empresas inovarem.

O Capítulo 7, elaborado por Ana Lúcia Tatsch, apresenta uma discussão relativa a dois processos de elevada relevância para se compreender o funcionamento da firma neo-schumpeteriana: o processo de aprendizado e de construção de capacidades. No capítulo é adotada uma perspectiva ampla do conceito de capacidades, tal como ressalta a autora ao informar que são discutidas capacidades relativas “aos esforços de busca, absorção e aplicação de conhecimentos e informações necessários para as firmas empreenderem mudanças técnicas”. O texto ainda traz uma contribuição referente às influências setoriais, de padrões tecnológicos e de mercado nesses processos.

O Capítulo 8, elaborado por Jorge Nogueira de Paiva Britto, aborda uma importante estratégia utilizada pelas empresas no processo de inovação que é a cooperação. Iniciando com uma fundamentação teórica, são apresentadas as principais motivações, dimensões e problemas da cooperação tecnológica. O capítulo também discorre sobre os desafios de se mensurar a cooperação tecnológica e sugestões para a realização de pesquisa empíricas. A riqueza do capítulo é um convite para análises multidimensionais do processo de cooperação na perspectiva das empresas.

O Capítulo 9 foi elaborado por Allan Claudius Queiroz Barbosa, Renata Barcelos Moreira Santos e Daniel Paulino Teixeira Lopes e apresenta um tema ainda pouco incorporado na discussão neo-schumpeteriana que é o da inovação organizacional. Com esta discussão, os autores apresentam a fronteira entre economia e gestão da inovação. Os autores atentam para a importância de se discutir a inovação organizacional, uma vez que essa apresenta diferentes facetas e interfaces. Os autores também discutem a relevância de se compreender os processos pelos quais as organizações inovam no âmbito da gestão, da estratégia, da estrutura, dos processos, da cultura e das pessoas.

O Capítulo 10, elaborado por Alessandro Maia Pinheiro e Paulo Bastos Tigre, apresenta um relevante e desafiador campo de estudos que é a inovação em serviços. De forma bastante didática, os autores apresentam a evolução de suas trajetórias, teorias e métricas da inovação em serviços e, nas palavras dos autores, as “dificuldades de lidar com elementos como intangibilidade, alta interatividade

entre fornecedores e clientes, e simultaneidade entre processo, produto e consumo.” Que os desafios para o estudo da inovação em serviços sejam um convite para que muitos pesquisadores possam se dedicar a ele.

O Capítulo 11, elaborado por Renato Garcia, apresenta uma área que vem recebendo crescente interesse que é a denominada Geografia da Inovação. De forma bastante didática e abrangente, o autor exhibe os fundamentos conceituais da área, explicando a relevância de se considerar a dimensão da geografia para os estudos relativos ao fluxo de conhecimento e à dinâmica de inovação. Nesta discussão, são também recuperados elementos referentes à especialização e à diversificação de atividades produtivas e inovativas em regiões. A questão da proximidade geográfica é de central relevância no debate, mas o autor também apresenta de forma bastante clara a limitação desta proximidade para explicar a complexa dinâmica da inovação, bem como, o paradoxo no qual se encontra. Recupera-se a importância de focar também a discussão em outros quatro tipos de proximidades: organizacional, social, institucional e cognitiva. O capítulo é finalizado com uma entrega ao leitor de temas emergentes na área.

O Capítulo 12, elaborado por Anderson Cavalcante, Márcia Siqueira Rapini e Solange Gomes Leonel, aborda a temática do financiamento à inovação. Os autores optaram por fazer uma discussão teórica integrando as abordagens neo-schumpeteriana e pós-keynesiana na perspectiva microeconômica da decisão da empresa. Com isso os autores apontam para uma promissora vertente de avanço teórico nesta temática e conseguem discutir a problemática do financiamento, não pela ótica do financiamento público, como geralmente ela é tratada na literatura, mas pela visão do agente privado, no caso a empresa inovadora.

O Capítulo 13, elaborado por Marina Szapiro, Marcelo Gerson Pessoa de Matos e José Eduardo Cassiolato, inaugura a terceira parte do livro. No capítulo, os autores apresentam a evolução do entendimento do processo de inovação a partir de Schumpeter até o desenvolvimento da abordagem de Sistema de Inovação (SI). A experiência dos autores no uso e na construção do conceito de SI para a compreensão da realidade brasileira, bem como para a proposição de políticas, têm como resultado um capítulo rico e único na forma de apresentar este conceito-chave da abordagem neo-schumpeteriana. A apresentação dos diferentes recortes dos sistemas de inovação evidencia uma relevante contribuição dos autores: o desenvolvimento do referencial analítico de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (ASPILs). A última seção do capítulo desenvolve a articulação entre Sistema de Inovação e Desenvolvimento, apresentando a convergência com a escola estruturalista e as implicações para a análise dos países em desenvolvimento.

O Capítulo 14, elaborado por Pablo Felipe Bittencourt e Silvio Antônio Fer-

raz Cário, explora as raízes de um dos mais relevantes conceitos da escola neo-schumpeteriana, o de Sistema Nacional de Inovação (SNI). Os autores o fazem por meio de uma análise histórica apresentando as raízes do conceito no século XIX, revelando elementos centrais à compreensão. Na sequência, os autores fazem uma incursão pelo conceito em suas dimensões setorial, regional/local e tecnológica, com o objetivo de apresentar as dimensões sistêmicas à disposição do analista. Além disso, a discussão no contexto da Economia Global, mostra que a compreensão do fenômeno da globalização, como parte de um processo histórico ligado à revolução tecnológica das tecnologias da informação e comunicação (TICs), fortalece a conveniência do conceito à análise contemporânea.

No Capítulo 15, Leandro Alves Silva aborda a moderna empresa multinacional conectando seu surgimento e sua atuação às condições do contexto econômico (macro e micro) e institucional no qual essas empresas se inserem. Além disso, relata como a teoria que busca explicar a produção internacional é constituída de determinantes e condicionantes de natureza tecnológica. Por fim, o advento da empresa multinacional e a relação entre os sistemas nacionais de inovação, em que ela se origina e para os quais as multinacionais estendem suas atividades, são apresentados como resultados de um processo de coevolução, sugerindo uma ampla agenda de pesquisa nessa área.

No Capítulo 16, elaborado por Rogério Gomes e Celso Neris Junior, há uma densa abordagem a respeito da temática da Difusão da Inovação. Trata-se de um assunto de elevada relevância para a discussão na área de Ciência, Tecnologia e Inovação, devido ao conceito de inovação estar fortemente imbricado ao conceito de difusão. Em outras palavras, não há inovação sem um processo concomitante de difusão. Assim, é por meio da compreensão do processo de difusão que se pode avançar no entendimento da dinâmica de geração de inovações. Na construção do capítulo, os autores apresentam a curva “S” da difusão tecnológica, modelos que buscaram compreender o mecanismo da difusão e a interpretação da teoria evolucionista. Os autores também apresentam uma discussão a respeito da relação entre difusão tecnológica e desenvolvimento e os constrangimentos enfrentados pelos países periféricos, considerando que o próprio processo de difusão gera assimetrias.

O Capítulo 17, elaborado por Ester Carneiro do Couto Santos, apresenta um tema pouco sistematizado na literatura: os Fluxos Tecnológicos Internacionais. Ainda que a importância dos fluxos tecnológicos internacionais seja reconhecida no processo de *catch up* de alguns países, observar e mensurar esse movimento não é processo trivial em vista da sua natureza multifacetada. Esta é, pois, uma marcante contribuição do capítulo, por sistematizar os principais canais de transferência internacional de tecnologia e apresentar a forma de mensurá-los.

O Capítulo 18, elaborado por Thiago Caliar e Ricardo Machado Ruiz, inicia a quarta e última parte do livro. Os autores introduzem, de forma bastante didática, os modelos evolucionários, explicitando, primeiramente, os conceitos-chaves da economia evolucionária e, posteriormente, apresentando um instrumento para a modelagem, que é a modelagem baseada em agentes (MBA). Na sequência, são apresentados dois dos principais modelos pioneiros na modelagem MBA: o modelo de Nelson e Winter (1982) - também denominado de concorrência schumpeteriana - e o modelo Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988). Apresentam também o modelo de Possas *et al.* (2001), uma indispensável referência para a abordagem evolucionária no Brasil.

No Capítulo 19, Rosa Livia Montenegro e Flávia Pereira Carvalho trazem uma importante contribuição ao apresentarem uma interface entre a elaboração evolucionista/neo-schumpeteriana e a questão ambiental. De todas as implicações da atividade econômica, talvez a de caráter global, por natureza, seja a dos impactos ambientais que ela gera. Com essa percepção, o capítulo contribui com conceitos importantes para tratar a questão ambiental e suas relações com o progresso técnico, como a ideia de ecoinovações. Além disso, as autoras discorrem sobre as estratégias e políticas desenvolvidas frente aos desafios das ecoinovações.

O Capítulo 20, elaborado por Pablo Felipe Bittencourt e André Tortato Rauen, discorre sobre a temática da política de inovação, apresentando aspectos teóricos e conceituais e os principais instrumentos dessa política, pelo lado da demanda e pelo lado da oferta: incentivos fiscais, incentivos financeiros e aquisições públicas para a inovação. O capítulo é enriquecido com uma discussão a respeito da importância da coordenação da política de inovação com outras políticas.

No capítulo 21, Ana Paula Macedo de Avellar apresenta de forma didática a temática da avaliação da política de inovação, descrevendo os objetivos e as principais metodologias de avaliação. O capítulo é enriquecido com a experiência de alguns países e do Brasil na avaliação de política de inovação. Na conclusão, a autora apresenta a agenda de pesquisa na área.

No capítulo 22, Priscila Koeller e Pedro Miranda apresentam como mensurar Ciência, Tecnologia e Inovação discorrendo sobre os principais indicadores utilizados. Os autores apontam a evolução dos indicadores à luz dos modelos de inovação, bem como as diretrizes para sua coleta, suas limitações e principais aplicações. Ademais de se constituir em uma valorosa leitura é um capítulo imprescindível para o uso e interpretação correta dos indicadores.

Os 22 capítulos que compõem este volume dão conta de uma diversidade de assuntos em múltiplas dimensões do que se pode chamar de Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação. Apesar da pluralidade de conceitos e temáticas diversas apresentadas no livro, não podemos evitar a sensação dessa obra ser apenas

um “pontapé inicial”. Em favor do esforço aqui realizado, principalmente pelos nossos colaboradores - a quem dedicamos nossa mais profunda gratidão -, convém reafirmar que esse foi o objetivo desde o princípio. Esperamos que esta obra seja um ponto de partida, não apenas para aqueles que buscam uma iniciação nesse tema complexo, mas também para os que pretendem iniciar uma reflexão mais detida a respeito da economia da inovação, sua dinâmica e seus componentes. Por esse motivo, buscamos sempre oferecer recomendações de uma literatura essencial sobre cada assunto abordado e a proposição de alguma agenda de pesquisa que avance além das reflexões aqui apresentadas.

Por fim, nosso desejo é que as páginas que seguem constituam uma leitura ao mesmo tempo útil e agradável para todos, que possam contribuir para preencher algumas lacunas, instigando novos trabalhos e avanços nesta disciplina que abraçamos.

Os Organizadores
Janeiro de 2021

PARTE

1

Introduzindo a Economia da
Ciência, Tecnologia e Inovação

1

A economia evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica?¹

Hugo Eduardo A. da Gama Cerqueira

- “Marco Polo descreve uma ponte, pedra por pedra.
- Mas qual é a pedra que sustenta a ponte? - pergunta Kublai Khan.
- A ponte não é sustentada por esta ou aquela pedra - responde Marco -,
mas pela curva do arco que estas formam.
Kublai Khan permanece em silêncio, refletindo. Depois acrescenta:
- Por que falar das pedras? Só o arco me interessa.
Polo responde:
- Sem pedras o arco não existe.”

Italo Calvino, em *As cidades invisíveis*.

1. INTRODUÇÃO

Em seu mais recente livro, *A teia da vida*, Fritjof Capra argumenta que a ciência contemporânea vem passando por uma dramática mudança de paradigma: de uma visão de mundo mecanicista, associada ao pensamento de Newton e Descartes, para uma visão holística ou ecológica.² Para ele, esta mudança já teria inclusive transbordado do âmbito das ciências para o campo dos valores e práticas sociais, constituindo-se numa verdadeira transição de paradigmas sociais. Sua origem estaria na percepção de que os problemas com os quais nos deparamos nos últimos anos não podem ser compreendidos de modo habitual, tomados isoladamente de seu contexto mais amplo: “São problemas sistêmicos, o que significa que estão interligados e são interdependentes.” (CAPRA, 1998, p. 23).

1. Artigo publicado na revista *Análise Econômica*, v. 20, n. 37, p. 55-79, 2002.

2. Capra (1998, p. 25) faz uma distinção entre os dois últimos termos, que são tomados aqui em sentido genérico.

Segundo o mesmo autor, essa mudança de paradigmas seria perceptível em várias disciplinas científicas, mas não ocorreria no mesmo ritmo e da mesma maneira em cada uma delas. Ela corresponderia à passagem para um pensamento sistêmico, que teria começado a ocorrer a partir dos anos 1920 na biologia e, depois, em outras áreas. A noção do mundo concebido como uma máquina, um mecanismo, estaria dando lugar a um modo de pensar em termos de relações, conexões, contexto (CAPRA, 1998, p. 33-45).

Entre as características-chave do pensamento sistêmico, estaria a percepção de que as *propriedades sistêmicas* não podem ser reduzidas às de suas partes constitutivas: são propriedades do todo, que as partes não possuem e que emergem das “relações de organização” entre as partes. Além disso, haveria o reconhecimento da existência de diferentes níveis sistêmicos, de sistemas aninhados no interior de outros sistemas, cada qual com um grau determinado de complexidade e com propriedades específicas do seu nível. Assim, estariam condenadas ao fracasso todas as tentativas de *limitar* a ciência a procedimentos analíticos (reducionismo), pois “as propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior. Desse modo, o pensamento sistêmico é pensamento ‘contextual’.” (CAPRA, 1998, p. 46). Outra característica desta nova abordagem é o *pensamento em rede*: se o universo é concebido como uma teia de acontecimentos inter-relacionados, nossas teorias também devem se articular numa rede de conceitos e modelos, renunciando a busca de fundamentos últimos. Entre as implicações epistemológicas disso, está uma nova compreensão da objetividade das teorias, que considera a posição ocupada pelo observador e a própria natureza do ato cognitivo como partes do problema. Finalmente, o pensamento sistêmico é também pensamento processual: toda estrutura é vista, desde o início, como resultado, ou melhor, manifestação de processos subjacentes (CAPRA, 1998, p. 46 et seq.).

Em traços muito gerais, estes são alguns dos principais aspectos abordados no diagnóstico de Capra, que se apoia num conjunto amplo e variado de referências. Sua hipótese sobre a existência de tendências convergentes nos desenvolvimentos de diferentes ramos da ciência é sugestiva e atraente. Outros autores têm apresentado diagnósticos que se assemelham em vários pontos ao dele.³ Por outro lado, é forçoso reconhecer que sínteses abrangentes, como a proposta por Capra, contém, necessariamente, um elemento especulativo e, como tais, costumam despertar mais suspeitas e resistências do que uma crítica bem informada. Ademais, qualquer tentativa de dirimir as dúvidas requer uma investigação dos

3. Ver, por exemplo, Prigogine e Stengers (1997; 1990), Santos (1997) e os autores citados neste último ensaio (p. 29 e 36).

desenvolvimentos em curso em diferentes disciplinas, o que contraria os hábitos de especialização adquiridos com a divisão do trabalho intelectual e torna a resposta ao problema mais difícil.

O fato, porém, é que um tal esforço – naturalmente coletivo – merece ser empreendido. Este texto pretende contribuir para a discussão respondendo a uma pergunta bastante localizada. Se – como o próprio Capra reconhece – a mudança de paradigmas ocorre segundo ritmos e maneiras diferenciadas em cada um dos campos científicos, em que medida é possível reconhecer sua presença nas ciências sociais e, mais especificamente, na ciência econômica? Há elementos que nos autorizem a falar de uma vertente sistêmica no pensamento econômico?

Nossa resposta inicial, que pretendemos justificar ao longo do texto, é afirmativa. Em primeiro lugar, não é difícil identificar a crescente influência da teoria dos *sistemas auto-organizadores ou das estruturas dissipativas e da dinâmica não linear* – aquilo que Capra (1998, p. 99) chama de matemática da complexidade – numa série de desenvolvimentos recentes em economia, voltados para temas tão diversos quanto crescimento e ciclos econômicos, comportamento inovador, funcionamento do mercado de capitais, teorias do comércio, etc.⁴ Outra característica interessante é que esta influência se faz notar entre autores de diferentes vertentes do pensamento econômico, desde aqueles mais ligados à economia neoclássica (a vertente hegemônica) até os adeptos da economia política marxista, sendo ainda difícil perceber em que medida este processo levará ou não a algum tipo de convergência entre estas correntes de pensamento.⁵ Mas, além destas linhas de desenvolvimento, houve o surgimento nos últimos anos de uma nova abordagem dos fenômenos econômicos, a economia evolucionista (*evolutionary economics*),⁶ que procura oferecer respostas tanto aos problemas colocados por pesquisas empíricas sobre a transformação estrutural de sistemas econômicos, quanto às insuficiências cada vez mais evidentes do arcabouço teórico convencional.

Esta parece ser uma das linhas mais promissoras para o desenvolvimento de um pensamento sistêmico na economia, e é sobre ela que o texto se concentrará. Ele está dividido em cinco seções. A segunda discute os sintomas de uma crise na ciência econômica, crise que estaria na base do surgimento da abordagem evolucionista.

4. A título de exemplo, ver os trabalhos reunidos em Day e Chen (1993). Uma boa apresentação didática pode ser encontrada nos trabalhos de Baumol e Benhabib (1989) e Aguirre e Aguirre (1997). Ver também os trabalhos de autores ligados ao *Sante Fe Institute*, que é, sem dúvida, um dos polos mais importantes de pesquisa nessa área, reunindo economistas de diferentes formações (o site do Instituto na internet traz várias referências: <http://www.santafe.edu>).

5. Entre os marxistas, ver os ensaios de Paula (1994) e Bensaid (1999, p. 401-430).

6. Na literatura em questão, o termo *evolutionary* é traduzido ora como evolucionista, ora como evolucionário. Ao longo deste texto, usaremos as duas versões indiferentemente.

A terceira seção procura fazer um contraste entre a abordagem convencional e a evolucionista, enfatizando a oposição entre o reducionismo da primeira e visão sistêmica da segunda. A quarta parte investiga as origens da economia evolucionista, enquanto a seção seguinte discute suas principais características teóricas. Finalmente, a sexta seção conclui o texto sugerindo alguns desdobramentos metodológicos e linhas de investigação para novas pesquisas.

2. SINTOMAS DE CRISE NA CIÊNCIA ECONÔMICA

Em um texto escrito no início dos anos 1980, Ana Bianchi diagnosticava a existência de uma “crise de identidade” na ciência econômica: um estado de insegurança e insatisfação entre os seus praticantes com respeito à autoimagem da disciplina, a percepção de que o otimismo que havia prevalecido nas primeiras décadas do pós-guerra acerca da capacidade da teoria econômica de lidar com os problemas do crescimento e da distribuição da renda tinha se mostrado, a partir dos anos 1970, totalmente infundado. Segundo aquela autora, a palavra crise voltou a ser invocada habitualmente no discurso dos economistas, seja para expressar o estado de coisas na economia mundial, seja como constatação sobre a situação da própria ciência. Assim, à crise decorrente da desaceleração do ritmo de crescimento econômico e do aumento do desemprego, veio se somar a insegurança dos profissionais acerca da capacidade da teoria econômica de apresentar respostas para lidar com estes problemas (BIANCHI, 1984).

Posteriormente, a mesma autora voltaria a insistir neste ponto. Reconhecendo que a percepção da crise teórica estava longe de se tratar de um consenso, Bianchi enumerou uma lista de manifestações de insatisfação provenientes de economistas filiados a diferentes correntes de pensamento e a um conjunto variado de núcleos acadêmicos ou profissionais. Apesar das diferenças existentes nestas manifestações quanto ao diagnóstico da natureza da crise, sua extensão e os meios de superá-la, ela procedeu a um esforço de sistematização, procurando agrupar as opiniões e críticas em torno de alguns focos principais de descontentamento. Entre os pontos sugeridos, questionamentos ao excessivo grau de abstração em que a teoria é desenvolvida e ao irrealismo das premissas adotadas na construção dos modelos, degenerando em construções onde a prova formal substitui o argumento e onde não parece importar que a realidade insista em não se ajustar aos modelos (BIANCHI, 1988, p. 1-23).

Mais recentemente, Hodgson (1993) constatava que a percepção de uma crise da ciência econômica vinha se intensificando com o correr dos anos:

De fato, a proclamação de uma ‘Crise na Teoria Econômica’, em 1981, por Daniel Bell e Irving Kristol, em uma célebre coletânea de ensaios, parece a essa altura quase um juízo atenuante. Os problemas no núcleo teórico da economia são percebidos hoje em dia como sendo ainda mais sérios do que eram em 1981 (HODGSON, 1993, p. 3).

Dos desenvolvimentos alinhados com a vertente dominante (*mainstream*) da teoria econômica, aqueles que pareciam mais promissores em termos de resultados terminaram caindo em impasses. Enquanto as teorias do equilíbrio geral esbarraram em dificuldades metodológicas que deram origem a um estado de apreensão entre seus principais expoentes, desenvolvimentos a partir das teorias dos jogos e das expectativas racionais suscitaram dificuldades com a compreensão de ideias básicas e que pareciam bem estabelecidas, como o conceito de *racionalidade*.⁷ Com efeito, a aparente segurança dos postulados da teoria da escolha racional sempre esteve na base da confiança depositada pelos economistas em seus métodos e resultados, mas os desenvolvimentos recentes mostraram que estes fundamentos são menos seguros do que se imaginava. No limite, o que parece estar em questão é a própria tentativa, perseguida desde os primórdios da ciência econômica, de demonstrar que ações movidas por interesses egoístas podem conduzir a sociedade a um estado de máximo bem-estar para seus membros. Dúvidas deste tipo aparecem com frequência crescente nos trabalhos de alguns dos mais destacados economistas teóricos, tais como Arrow, Hahn, Sen, Stiglitz e outros (HODGSON, 1993, p. 3-6).

Por outro lado, a mera constatação da crise não significa afirmar que o paradigma neoclássico, que prevaleceu na teoria econômica ao longo do século XX, esteja em vias de ser superado. Para Bianchi (1988, p. 3), o quadro atual poderia ser descrito de modo adequado a partir da noção de “estado de alerta” (*awareness*), criada por Kuhn (1996) para caracterizar uma situação em que os cientistas passam a se dar conta da existência de anomalias em uma teoria. Esse clima de inquietude, embora necessário para a substituição do paradigma em vigor, não seria condição suficiente para operar a mudança. Ao contrário, a primeira reação diante da crise costuma consistir num ataque às heresias e na tentativa do *establishment* científico de revigorar a crença nos fundamentos da teoria.

Assim, a existência de uma crise no núcleo duro da ciência econômica não é garantia de que ela venha a ser superada por meio da constituição de um marco teórico superior, até mesmo porque a disputa teórica envolve mais do que argumentos de razão: “As proclamações de fé podem ser tão fortes a ponto de abafar os murmúrios críticos; os fiéis podem estar tão bem colocados na academia que consigam negar aos críticos os espaços e recursos necessários.” (HODGSON, 1993, p. 6).

7. Sobre os problemas com o pressuposto neoclássico da racionalidade, ver Sen (1999) e Caldwell (1993), entre outros.

3. DESDOBRAMENTOS DA CRISE: A ABORDAGEM EVOLUCIONISTA

Essa situação de insatisfação está na base da recente e vigorosa retomada do interesse pelas teorias evolucionárias em economia. Em particular, as dificuldades que as vertentes teóricas convencionais encontram para lidar com processos de *mudança* que afetam o modo como a economia opera sugeriram a necessidade de desenvolver uma nova abordagem para lidar com problemas como, por exemplo, o papel das mudanças tecnológicas no comportamento das firmas e dos consumidores ou nos processos de transformação estrutural dos sistemas econômicos. O estágio atual de desenvolvimento dessa nova abordagem teórica é bastante incipiente, o que torna mais fácil identificar as razões de seu surgimento do que apontar com precisão aqueles elementos que a caracterizam. É só a partir do final dos anos 1980 que se pode identificar um esforço de sistematização analítica e conceitual que, na opinião dos próprios adeptos da economia evolucionária, ainda está longe de poder ser considerado satisfatório (WITT, 1993, p. 13-14; SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 1-2).⁸

De todo modo, é possível encontrar paralelos evidentes entre esta vertente teórica e a perspectiva sistêmica discutida por Capra (1998). Em primeiro lugar, os economistas evolucionistas reivindicam para si mesmos uma abordagem que é a um só tempo holística, sistêmica e evolucionária:

[...] holística, tanto no sentido de que a totalidade apresenta um comportamento que não pode ser deduzido meramente pela agregação de suas partes constitutivas como no sentido de que as próprias partes não podem ser individualmente entendidas separadamente das relações que mantêm umas com as outras e que constituem a totalidade; sistêmica e evolucionária, no sentido de que o sistema socioeconômico sob investigação é concebido como estando sempre em um estado de fluxo e mudança qualitativa, na medida em que seus elementos constitutivos alteram seu comportamento em relação aos demais e ao ambiente extrassistêmico (FREEMAN, 1988, p. 4).

8. É importante ressaltar que os evolucionistas não estão isolados em suas críticas ao reducionismo ou ao conceito de equilíbrio empregado pelos neoclássicos. Outras correntes heterodoxas em economia também rejeitaram estes pressupostos, prefigurando em boa medida as críticas dos evolucionistas, mesmo que a partir de concepções metodológicas distintas. Uma discussão destas abordagens extrapola, entretanto, os objetivos deste artigo. Restringimo-nos à análise do evolucionismo em função de suas semelhanças com a abordagem sistêmica nas ciências naturais. Outro aspecto que mereceria ser explorado em outra oportunidade é a possibilidade de, reconhecendo as diferenças entre as abordagens heterodoxas, postular uma convergência entre elas. Há trabalhos apontando neste sentido, ainda que de maneira exploratória, entre os quais: Paula, Cerqueira e Albuquerque (2001), que exploram as possibilidades de convergência entre o evolucionismo e a teoria marxista, e Veiga (2000) e Coriat e Dosi (1998), que sugerem um processo de convergência entre o evolucionismo e o regulacionismo.

Tal perspectiva choca-se com as abordagens mais convencionais em economia que, em suas tentativas de transformar a teoria econômica numa espécie de física das ciências sociais, importaram modelos mecanicistas e métodos reducionistas da física clássica. Com efeito, ao longo de toda a história da análise econômica, o que prevaleceu foi uma postura reducionista, que procura tratar a complexidade dos sistemas econômicos reduzindo-os às suas unidades básicas ou componentes individuais. Essa maneira de abordar os problemas remonta à própria fundação da economia como disciplina científica, no século XVIII. Adam Smith reivindicava o emprego do método newtoniano,⁹ postulando uma compreensão dos fenômenos sociais com base em leis que conectassem os átomos constitutivos da sociedade, os indivíduos, que em sua autonomia abstrata comporiam o elemento básico do universo econômico. Desse modo, a esfera da economia era entendida como “um ‘microcosmo’ da arena celestial”, em que forças de oferta e demanda, guiadas pela mão invisível, gerariam um equilíbrio apesar de as (ou por causa das) ações individuais serem conduzidas apenas por motivações egoístas de cada indivíduo (CLARK; JUMA, 1988, p. 200-201).

Para Smith (e Newton), os princípios que conectam e ordenam os fenômenos da natureza e a vida em sociedade refletiriam o plano (design) de um grande artífice, aquele que planejou e executou essa obra (*handiwork*), um ser divino. Seguindo uma analogia frequente entre os autores da Modernidade, Deus estaria para o universo assim como o relojoeiro está para o relógio. A mão divina arranjaria e poria em movimento as peças que compõem a natureza. Para nós, os espectadores de sua obra, essa mão é invisível e apenas podemos acompanhar o resultado de seu trabalho, assim como só podemos observar o movimento dos ponteiros do relógio, mas não podemos distinguir as mãos daquele que reuniu suas peças (EVENSKY, 1993, p. 199).

Do ponto de vista econômico, a metáfora da mão invisível é a expressão da admiração de Smith pelo funcionamento eficiente e elegante do mercado como mecanismo de coordenação das decisões individuais dos produtores e consumidores, que impede que uma economia descentralizada e guiada apenas pelas motivações individuais de inúmeros agentes degenerem no caos (EVENSKY, 1993, p. 197).

O surgimento da economia neoclássica, na segunda metade do século XIX, consolidou esse reducionismo ao propor um esquema analítico centrado nas escolhas que os indivíduos fazem com base na sua “função utilidade” (suas preferências, que são tomadas como algo dado), levando em conta sua restrição

9. A admiração de Adam Smith pela obra de Newton não é velada e se expressa em diferentes contextos, especialmente em sua *História da astronomia* (SMITH, 1982).

orçamentária e os preços dos bens vigentes no mercado. Deste modo, o indivíduo maximizador de utilidade tornou-se a figura central e a “partícula básica” da teoria, tendência que se consolidou ao longo do tempo na medida em que unidades como a família, a firma e o governo passaram a ser pensadas a partir da agregação dos comportamentos dos indivíduos que as compõem.

É importante ressaltar que o pressuposto dessa abordagem é que o mercado efetivamente “funciona”, pressuposto que ainda baliza a maneira usual de conceber teoricamente a economia.¹⁰ Mais do que cumprir uma função apologética, ele:

[...] fornece uma ontologia, uma definição dos fatos e meios de medir e interpretar estes fatos, usando um conjunto de procedimentos altamente matematizáveis e rigorosos. A característica distintiva destes elementos, tomados em conjunto, é que eles eliminam a priori a possibilidade de que o mercado possa criar, a partir de si mesmo, qualquer força que prejudique o seu funcionamento (FREEMAN, 1999, p. 11).

Esse pressuposto é resumido no conceito de *equilíbrio*, que faz as vezes de princípio organizador das teorias econômicas: o equilíbrio de oferta e demanda segundo a Lei de Say, o equilíbrio geral de Walras, o equilíbrio parcial em Marshall, o equilíbrio das curvas IS-LM no modelo keynesiano de Hicks, etc. Mais que afirmar que os mercados contrabalançam as eventuais perturbações causadas por fatores externos, o princípio do equilíbrio provê a economia de um princípio heurístico: para compreender um sistema em movimento, como o econômico, seria preciso perguntar que características e propriedades seus elementos *deveriam ter* para assegurar a recorrente e imutável reprodução do sistema. Tais propriedades são então assumidas como definidoras dos objetos (FREEMAN, 1999). Desse modo, e a exemplo da mecânica clássica que a inspirou, os movimentos econômicos são entendidos como processos reversíveis, em que não há espaço para a mudança qualitativa, para a ruptura; o tempo é pensado como tempo lógico, e não histórico.¹¹

10. Nas palavras de dois expoentes da economia neoclássica contemporânea: “Há, hoje em dia, uma longa e bastante imponente linhagem de economistas, de Adam Smith até o presente, que têm procurado mostrar que uma economia descentralizada e motivada pelo autointeresse [...] seria compatível com uma disposição coerente dos recursos econômicos que pode ser considerada, num sentido bem definido, como superior a um grande conjunto de disposições alternativas possíveis. [...] É importante compreender quão surpreendente essa asserção deve ser para alguém não exposto a esta tradição. A resposta imediata do ‘senso comum’ à questão ‘Como será uma economia impelida pela ambição individual e controlada por um grande número de diferentes agentes?’ é, provavelmente: Haverá o caos.” (ARROW; HAHN, 1993, p. 203).

11. Sobre o papel das metáforas mecanicistas na teoria econômica moderna, ver, entre outros autores, Ingrao e Israel (1990), Mirowski (1989) e Hodgson (1997).

Finalmente, é preciso dizer que o emprego destes esquemas reducionistas e atomísticos não se restringiu à vertente neoclássica (vertente teórica dominante). Outras tradições de pensamento econômico, ditas heterodoxas, também postularam esse tipo de abordagem, entre as quais a chamada “escola austríaca”, liderada por autores como Ludwig von Mises e Friedrich Hayek, e, mais recentemente, o “marxismo analítico” ou “marxismo das escolhas racionais”, que tem entre seus representantes mais destacados autores como Jon Elster e John Roemer (HODGSON, 1997; HODGSON, 1993, p. 234-251).

Veremos adiante como o ponto de vista dos economistas evolucionistas é radicalmente distinto. Esta perspectiva emergiu a partir de pesquisas empíricas sobre inovações tecnológicas e transformações institucionais em diferentes países, que deixaram claro as dificuldades de reconciliar os princípios centrais das teorias convencionais com os resultados obtidos nessas investigações. Mas, antes de abordar as características centrais do evolucionismo econômico, vamos nos deter por um instante na identificação das tradições teóricas que o influenciaram.

4. FONTES DA ABORDAGEM EVOLUCIONISTA

Segundo Saviotti e Metcalfe (1991), são quatro as principais tradições teóricas que contribuíram para o ressurgimento da abordagem evolucionária em economia e que estão associadas a ela.

A primeira consiste num pequeno grupo de economistas que, mantendo-se à margem da vertente dominante, adotaram uma perspectiva explicitamente evolucionista em seus escritos. As principais referências são os trabalhos de Thorstein Veblen e dos institucionalistas americanos, além da obra de Schumpeter.

Pioneiro da abordagem institucionalista em economia, Veblen se opôs à economia neoclássica, condenando tanto o papel central atribuído ao indivíduo hedonista, quanto a preocupação com a ideia de equilíbrio. Argumentou que as tentativas de explicar os fenômenos sociais deveriam partir da consideração dos costumes e hábitos de pensamento vigentes e das instituições que condicionam as ações dos indivíduos, instituições que estariam sempre sujeitas à mudança. Neste sentido, há uma clara semelhança entre o institucionalismo (de Veblen, Commons e outros) e o evolucionismo, na medida em que, para ambos, a teoria econômica não deve tomar o indivíduo como dado, mas como um *produto* e, ao mesmo tempo, *produtor* de instituições, escapando assim a qualquer reducionismo.¹²

12. Convém notar, no entanto, que, segundo Hodgson (2000, p. 326; 1999, p. 136), esta causalção circular entre indivíduos e instituições é menos clara nos trabalhos de alguns autores institucionalistas, como Ayres e Mitchell, que enfatizaram sobretudo a influência das instituições sobre os indivíduos, incorrendo por vezes em uma espécie de determinismo cultural ou social. No mesmo sentido, a assim chamada Nova Economia Institucional, cuja teoria da firma influenciou o programa de pesquisa evolucionista, diferencia-se radicalmente do evolucionismo por sua clara adesão ao individualismo metodológico.

Além do apelo explícito em favor de uma abordagem evolucionista em economia,¹³ Veblen defendeu o emprego de metáforas biológicas, propondo que o processo de desenvolvimento tecnológico das economias capitalistas fosse compreendido a partir da metáfora darwinista da evolução (em lugar do equilíbrio). Se estes aspectos asseguram o lugar de Veblen entre os antecessores do evolucionismo, é preciso reconhecer que ele não chegou a desenvolver uma teoria sistemática do funcionamento da economia. Boa parte de suas ideias permaneceram vagas ou imprecisas, por vezes contraditórias, o que contribuiu para que não fossem compreendidas ou desenvolvidas e para que a importância e originalidade de Veblen não fossem plenamente reconhecidas pela profissão (HODGSON, 1993, p. 123-138).

No que diz respeito a Schumpeter, há em sua obra uma clara tentativa de pensar o desenvolvimento econômico como um processo de *mudanças qualitativas*, rejeitando uma visão mecanicista da sociedade: “essas mudanças não constituem nem um processo circular nem movimentos pendulares em torno de um centro” (SCHUMPETER, 1982, p. 44). Para ele, o desenvolvimento econômico decorreria da introdução de inovações pelos empresários, ou seja, novas formas de *combinar* os meios de produção disponíveis. Estas novas combinações são concebidas de modo amplo, podendo tratar-se tanto da criação de novos produtos quanto da introdução de novos métodos de produção, da abertura de um novo mercado, da conquista de uma nova fonte de matérias-primas, ou ainda, da criação de uma nova forma de organização de uma indústria – por exemplo, a criação (ou a quebra) de um monopólio (SCHUMPETER, 1982, p. 48). Nesse sentido, o desenvolvimento é pensado como um processo de *destruição criadora*:

O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. [...] A abertura de novos mercados [...] e o desenvolvimento organizacional [...] ilustram o mesmo processo de mutação industrial – se me permitem o uso do termo biológico – que incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova. Esse processo de destruição criadora é o fato essencial acerca do capitalismo¹⁴ (SCHUMPETER, 1984, p. 112-113).

13. Referimo-nos ao famoso artigo de 1898, *Why is economics not an evolutionary science?*, republicado em Veblen (1990).

14. Além do emprego de uma metáfora biológica, é interessante apontar as implicações “contextualizantes” que o autor extrai dessa concepção: “Como estamos tratando de um processo orgânico, a análise do que ocorre em qualquer parte deste – digamos, numa empresa isolada ou numa indústria – pode realmente esclarecer detalhes do mecanismo, mas nada conclui além disso. Todos os elementos da estratégia de negócios só adquirem sua verdadeira significação contra o pano de fundo desse processo e dentro da situação por ele criada. Devem ser vistos em seu papel, sob o vento perene da destruição criadora; não podem ser compreendidos a despeito dele, ou, na verdade, sob a hipótese de que existe eterna calma.” (SCHUMPETER, 1984, p. 113).

Dessa maneira, trata-se de pensar a criação de *novas estruturas* econômicas num sistema que opera *afastado do equilíbrio* e está sempre sujeito a rupturas e descontinuidades.¹⁵ Citando um exemplo empregado pelo próprio Schumpeter, nenhum tipo de melhoramento no transporte por carruagens poderia tê-lo tornado competitivo com o sistema de transporte por ferrovias. Ambos requerem bases técnicas, estruturas organizacionais e processos de trabalho completamente diversos para serem explorados: “Adicione sucessivamente quantas diligências quiser, com isso nunca terá uma estrada de ferro” (SCHUMPETER, 1982, p. 47). A mudança, portanto, envolve uma ruptura na maneira como os meios de produção são combinados: “Nesse sentido, o modelo de mudanças evolucionárias de Schumpeter era essencialmente caleidoscópico” (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 4).

Portanto, ao contrário da economia neoclássica, com sua preocupação em caracterizar estados de equilíbrio, as teorias evolucionistas se propõem pensar os processos de mudança qualitativa na estrutura econômica, sem abrir mão de tratá-los como processos ordenados e sistêmicos.

A segunda fonte de inspiração dos economistas evolucionários é a tradição de pesquisa em biologia que, partindo da obra de Darwin, desenvolveu um vasto arsenal de conceitos e esquemas teóricos para lidar com problemas associados a mudanças qualitativas, ideias que a economia evolucionista toma como inspiração para se contrapor às teorias convencionais. Essa tomada de ideias não é encarada como mero recurso tático, mas repousa na constatação de que os fenômenos econômicos têm mais em comum com a forma de organização dos seres vivos do que com um mundo composto de partículas que obedecem a leis mecânicas.

Três características dos processos biológicos os tornam especialmente relevantes para a construção de analogias com a economia. De um lado, os esquemas mecanicistas enfrentam grandes dificuldades para incorporar aspectos ligados à *aprendizagem* e ao *conhecimento*, essenciais para a compreensão de processos econômicos e dos organismos vivos. Em segundo lugar, enquanto a mecânica clássica pensava os movimentos como completamente reversíveis, nos sistemas biológicos a possibilidade de irreversibilidade e de mudanças qualitativas está presente. Finalmente, outra razão para adotar metáforas biológicas na compreensão da economia é que tanto os sistemas vivos quanto os econômicos são extremamente complexos, envolvendo estruturas e causalidades entrelaçadas (*tangled structures and casualties*), transformações contínuas e variedade de elementos, aspectos que sempre colocam o problema de se determinar o nível de abstração e o plano de análise adequados para a compreensão de cada problema (HODGSON, 1997).

15. Confronte-se estes aspectos com a primeira e a segunda características-chave dos sistemas auto-organizadores, segundo Capra (1998, p. 79-80).

Não se está sugerindo aqui que o emprego de um pensamento mecanicista em economia tenha sido inteiramente desprovido de valor. Apesar disso, as limitações são graves. Em resumo, a metáfora mecanicista exclui o conhecimento, a mudança qualitativa e a irreversibilidade no tempo. Ela prende a economia num esquema de equilíbrio em que não há erros sistemáticos nem desenvolvimentos cumulativos. [...] A força da metáfora alternativa, biológica, é que se pode encontrar um lugar para essas características importantes da vida econômica (HODGSON, 1997, p. 142-143).

Finalmente, conceitos desenvolvidos pela ecologia têm sido adaptados para aplicação à economia – tais como os conceitos de espécie, ambiente e nicho – da mesma forma que a compreensão dos diferentes tipos de interação entre espécies – como a competição, o comensalismo e a predação (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 6). Porém, há também o reconhecimento explícito dos riscos e dificuldades envolvidos nesse comércio de conceitos: desde as interpretações políticas derivadas de uma leitura equivocada das teorias evolucionistas (como o darwinismo social e a ideia de “sobrevivência do mais apto”) até a existência de métodos reducionistas no interior da própria biologia (HODGSON, 1997; 1993, p. 197-213; 234-251).¹⁶

Uma terceira influência marcante no pensamento econômico evolucionista provém dos desenvolvimentos na física e na química contemporâneas, em especial a termodinâmica de não equilíbrio (*non-equilibrium thermodynamics*) e, associado a ela, o surgimento da teoria dos sistemas complexos. Entre os principais aspectos relevantes nessa área, Saviotti e Metcalfe (1991) referem-se à distinção entre *sistemas fechados e abertos*. Seguindo a definição proposta por von Bertalanffy, estes últimos caracterizam-se por efetuar uma troca de matéria, energia e informação com seu ambiente, ao passo que os primeiros não efetuem qualquer tipo de troca. Isso determina propriedades e comportamentos bastante diversos, já que os sistemas fechados tendem a um estado de equilíbrio que corresponde ao grau máximo de desordem ou aleatoriedade (*randomness*), isto é, de entropia, ao passo que os sistemas abertos não se movem em direção a nenhum equilíbrio, mas a estados estacionários ou estáveis (*steady states*), nos quais “a invariância no tempo de pelo menos um grupo de variáveis que caracteriza o sistema pode ser mantida na presença de trocas contínuas de matéria e energia com seu ambiente” (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 6). Para compreender este aspecto, pode-se partir da ideia de um sistema fechado que é submetido gradualmente a interações

16. Sobre a controvérsia a respeito do reducionismo no interior da biologia, ver Mani (1991) e Capra (1998, p. 179-208). Para uma posição simpática à economia evolucionista, mas cética quanto à possibilidade de transpor conceitos da biologia para a economia, ver Witt (1996).

cada vez mais intensas com seu ambiente, que criam novos constrangimentos ou coerções (*constraints*) ao seu funcionamento. De início, o sistema dará respostas lineares a estas mudanças provocadas pelo ambiente. Porém, mesmo diante de interações fracas, seu comportamento, ao atingir um ponto crítico, pode tornar-se irreversível, criando um padrão ordenado que é resultado do fluxo de energia e matéria pelo sistema, ou seja:

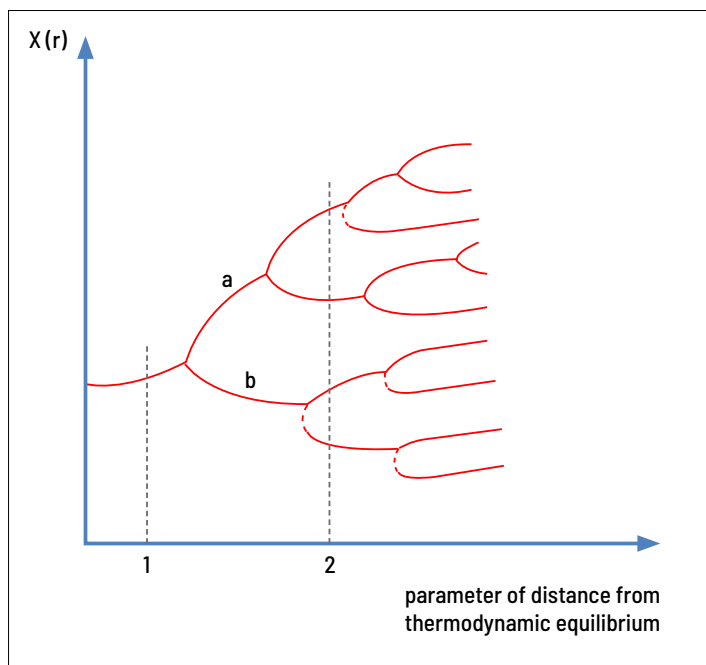
[...] [uma] estrutura dissipativa, cujo nome traduz a associação entre a ideia de ordem e a de desperdício, tendo sido escolhido de propósito para exprimir o fato fundamental novo: a dissipação de energia e de matéria – geralmente associada às ideias de perda de rendimento e de evolução para a desordem – torna-se, longe do equilíbrio, fonte de ordem (PRIGOGINE; STENGERS, 1997, p. 114).

Se os constrangimentos impostos pelo ambiente se intensificam, o sistema se distancia ainda mais do equilíbrio e, nesse processo, passa por pontos nos quais pode transitar para diferentes estados estacionários. Nesse sentido, pode-se afirmar que o sistema “escolhe” uma entre várias trajetórias. As equações que descrevem a evolução do sistema só podem especificar uma “árvore” de comportamentos potenciais. Isso pode ser representado num diagrama onde é plotada a evolução de uma variável “x”, que representa o comportamento do sistema, em relação a algum parâmetro de controle que descreva os fluxos de matéria ou energia para dentro e para fora dele – e, nesse sentido, sua distância em relação ao equilíbrio (ver Figura 1). Em alguns valores críticos do parâmetro, os chamados pontos de bifurcação, o sistema se torna instável e novas soluções emergem, representando diferentes padrões de organização, típicos de sistemas dinâmicos não lineares. Nesse sentido, podem ocorrer saltos e descontinuidades no comportamento do sistema, mesmo quando submetido a mudanças graduais de condições. Que tipo de padrão emergirá em cada situação é algo que não pode ser fixado a priori, pois, mesmo que os parâmetros externos sejam controlados, é o sistema que “decide” que padrão vai efetivamente adotar (ALLEN, 1988, p. 101-104).¹⁷ Assim, longe dos pontos de bifurcação uma descrição do sistema

17. Outra característica importante é que cada padrão é estável, mas não é possível afirmar que eles representam algum estado “ótimo”. Referindo-se ao experimento de Bénard (ver CAPRA, 1998, p. 80-83), Allen (1988, p. 101) se pergunta sobre o padrão de organização das moléculas criado pelo aquecimento: “Ele proporciona a ‘máxima’ transferência de calor entre as superfícies superior e inferior, por exemplo? É o ‘mais eficiente’ padrão de fluxo possível, minimizando a dissipação na medida em que a energia térmica se move mediante o sistema? Ou, ao contrário, é o padrão de ‘máxima dissipação’, tirando o máximo da fonte de calor? O ponto é que, mesmo para um sistema simples como esse, não podemos responder a estas questões.”

baseada apenas em suas partes e nas propriedades destas partes pode ser suficiente, mas, em pontos próximos às bifurcações, essa descrição é inadequada, pois flutuações das variáveis podem levar ao surgimento de novos padrões e propriedades. Estes conceitos têm sido adaptados para explicar sistemas biológicos e sociais, que se caracterizam por serem sistemas abertos nos quais a evolução tende a desenvolver novos padrões organizados (ALLEN, 1988; SAVIOTTI; METCALFE, 1991).

Figura 1 - Diagrama de bifurcação representando os estados estacionários possíveis de uma estrutura dissipativa



Fonte: Allen (1988, p. 104).

Finalmente, a quarta vertente que alimenta o desenvolvimento da economia evolucionária é a tradição das pesquisas sobre o comportamento das firmas e organizações. O livro de Nelson e Winter (1982) sintetiza as contribuições dessa tradição, que tem entre seus expoentes Herbert Simon e Ronald Coase. Os aspectos enfatizados nestes trabalhos que importam mais diretamente para o desenvolvimento da economia evolucionista são: 1) a ênfase na natureza imperfeita ou limitada do conhecimento, em oposição ao pressuposto das teorias econômicas convencionais de que os agentes dispõem de um conhecimento perfeito ou de que não existem custos para sua obtenção; 2) a ideia de que as firmas se comportam não de maneira a maximizar seu lucro (como quer a economia convencional), mas a *satisfazer* ou cumprir seus objetivos ou metas; 3) a existên-

cia de conflitos no interior das organizações; 4) a preocupação com a compreensão do ambiente externo em que atuam as organizações (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 9).

Em relação aos dois primeiros pontos, argumenta-se que a sobrevivência da firma está ligada exatamente à sua habilidade de *aprender* como alterar suas rotinas de ação. As firmas seguirão determinadas *rotinas e regras de decisão* enquanto puderem alcançar suas metas (por exemplo, uma certa taxa de lucro ou a manutenção de uma certa fatia de mercado). A partir do momento em que isso deixar de ocorrer, as rotinas e regras terão que ser trocadas, o que depende da capacidade da firma de aprender novos comportamentos. Ela não pode se limitar a processar informações já disponíveis no seu ambiente, mas deve também criar conhecimentos - que podem ser tácitos ou explícitos - e, ao agir assim, estará recriando o seu próprio ambiente. Neste processo, ao contrário do que postula a teoria convencional, as escolhas feitas pelas firmas podem envolver erros sistemáticos, que decorrem do fato de estas escolhas serem feitas em um contexto de incerteza. De um lado, há a incerteza que decorre da ausência de parte das informações necessárias para a tomada de decisão.¹⁸ Por outro lado, há a incerteza que decorre das limitações da capacidade cognitiva dos agentes, isto é, dos limites de sua capacidade de reconhecer e interpretar corretamente as informações disponíveis.¹⁹ É exatamente em resposta a estas incertezas que os agentes são levados a adotar rotinas e regras de decisão estáveis para orientar suas ações (DOSI; EGIDI, 1991; CROCCO, 1999).

Em outros trabalhos, o reconhecimento de que o conhecimento disponível para as empresas é imperfeito e limitado leva a concluir pela existência de irreversibilidades e *path dependence* na trajetória tecnológica das firmas. Assim, mudanças nos preços dos fatores de produção podem induzir a uma mudança das técnicas empregadas (de modo a poupar o emprego dos fatores mais caros). Se o progresso técnico baseia-se em uma aprendizagem do tipo *learning by doing*, as melhorias subsequentes promovidas pela firma no emprego da nova técnica podem acabar tornando-a superior a qualquer outra técnica existente antes da mudança, de tal modo que mesmo que os preços dos fatores de produção voltassem aos patamares anteriores, não haveria sentido em voltar ao emprego da técnica original.

Em resumo, a principal influência destas teorias sobre a economia evolucionista consistiu em enfatizar a natureza limitada do conhecimento disponível para os agentes econômicos, que dá origem, por exemplo, a assimetrias persistentes entre

18. Neste caso, fala-se em *incerteza* por oposição a risco, já que nestas situações é impossível sequer definir uma distribuição de probabilidades dos resultados de cada curso de ação possível.

19. Portanto, o conhecimento é diferenciado da mera posse de informações, na medida em que a última não é suficiente para assegurar a aquisição do conhecimento.

as firmas, em função das diferenças de trajetória tecnológica (irreversíveis) seguidas por cada uma delas, que condicionam sua performance (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 10).

5. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA ECONOMIA EVOLUCIONISTA

Como dissemos anteriormente, dado o estágio atual de desenvolvimento da economia evolucionista, é mais fácil listar as razões de seu surgimento do que identificar com clareza e detalhe suas características distintivas.²⁰ Entretanto, não poderíamos nos furtar ao esforço de procurar sistematizar o que há de comum nessa literatura. Nessa seção, tratamos de apontar os elementos que diferenciam o paradigma evolucionista das abordagens que prevaleceram (e ainda prevalecem) no pensamento econômico.

Segundo Hodgson (1993, p. 252-267), ao recusar o mecanicismo e reivindicar uma abordagem holística e sistêmica, os economistas evolucionistas se colocaram diante do problema de ter que determinar as unidades de análise que seriam trabalhadas em suas pesquisas. Constatada a indesejabilidade de proceder pela via reducionista, explicando todos os problemas com base em escolhas dos indivíduos (partículas elementares da teoria econômica), era preciso identificar categorias ou princípios relativamente invariantes em que as análises pudessem se basear. A solução adotada residiu na escolha das instituições como unidade de análise.²¹

“A hierarquia estruturada de teorias e conceitos incorpora uma teia de invariâncias parciais em cada nível. O problema, então, é desenvolver princípios sugestivos e operacionais de invariância nos quais a análise pode ser fundada. Nas ciências sociais, a tradição institucionalista tem uma resposta conjectural para este problema, localizando as invariâncias nos mecanismos autoalimentadores (imperfeitos) de instituições sociais (parcialmente) estáveis (HODGSON, 1993, p. 252-253)”.

20. “Muito do crescente emprego do termo ‘economia evolucionista’ pode ser atribuído, em grande parte, ao impacto do trabalho clássico de Richard Nelson e Sidney Winter - *An Evolutionary Theory of Economic Change* - apesar de outros desenvolvimentos nos anos 1960 a 1980, tanto na teoria econômica ortodoxa quanto na heterodoxa, também serem importantes. [...] A economia evolucionista já estabeleceu um programa de pesquisa prestigioso e obteve um impacto importante sobre a política econômica, [...] Entretanto, ainda não há um consenso estabelecido sobre o que a ‘economia evolucionista’ deveria significar” (HODGSON, 1999, p. 128-129).

21. Saviotti e Metcalfe (1991, p. 22-23) são menos incisivos e consideram as instituições uma das possíveis unidades de análise.

O que se entende por instituições sociais é algo bastante amplo, podendo tratar-se de convenções técnicas, regras legais sobre direitos de propriedade, a moeda, padrões de consumo, etc. O que caracteriza estas diferentes instituições é que elas constituem padrões de comportamento, hábitos de pensamento cuja natureza é relativamente durável ou rotineira, estando associados à maneira como as pessoas interagem em grupos. “Instituições possibilitam o pensamento e a ação regulares por impor forma e consistência às atividades dos seres humanos” (HODGSON, 1993, p. 253). De um lado, elas são o resultado de processos rotineiros de pensamento partilhados pelas pessoas, ao mesmo tempo que reforçam (realimentam) estes processos, proporcionando uma razoável estabilidade nos sistemas sociais ao canalizarem as ações individuais. Isso não significa, obviamente, afirmar que as instituições são imutáveis ou eternas. Elas têm uma invariância relativa e o desenvolvimento econômico deve, então, ser representado como a alternância de períodos de continuidade institucional e períodos de crise e mudança acelerada.

De outro lado, as mudanças são explicadas por dois mecanismos relacionados: a *geração de variedade* institucional e a *seleção* dessas variações (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 11). No que diz respeito ao primeiro aspecto, ao contrário do que ocorre nos processos biológicos, a geração de variedade na esfera econômica é intencional (*purposeful*): as firmas, por exemplo, estão sempre procurando se diferenciar das demais inovando seus produtos e processos de produção. Isto não implica que elas possam antecipar todas as mudanças em seu futuro, mas seu sucesso a longo prazo depende de sua capacidade de inovar:

[...] portanto, o desenvolvimento econômico consiste da adição ao sistema de elementos (instituições, tecnologias, etc.) que são qualitativamente diferentes daqueles que o compunham anteriormente. Há uma clara analogia aqui com a emergência de novas espécies e a extinção de algumas espécies mais antigas em biologia (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 12).

Quanto ao mecanismo de *seleção* (o análogo da seleção natural da biologia), ele equivale em economia ao processo de competição, entendido sem qualquer finalismo, isto é, como um processo cego. As firmas que conseguem oferecer produtos mais desejáveis pelo consumidor (seja pela sua natureza ou preço) são mais bem-sucedidas e não apenas sobrevivem como também crescem a taxas mais rápidas que suas concorrentes. Isso coloca o problema de entender como as firmas desenvolvem habilidades para criar e operar inovações no processo produtivo, respondendo às mudanças do seu ambiente (mercado). O importante é que cada firma se adaptará de modo diferenciado às circunstâncias, levando em conta suas diferentes rotinas e práticas de produção. Ao mesmo tempo, a seleção operará em uma multiplicidade de níveis, cada qual com uma uni-

dade de seleção. Por exemplo, a seleção de tecnologias (válida para a economia como um todo) não equivale à seleção de firmas, na medida em que uma firma que empregue diferentes tecnologias será, em princípio, capaz de compensar os problemas de alguma delas com o desenvolvimento de outras mais favoráveis (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 14).

Finalmente, outras duas características da economia evolucionista são: i) uma compreensão dos sistemas econômicos como *sistemas abertos* que, por operarem fora do equilíbrio, são capazes de evolução (mudança qualitativa); ii) uma atenção mais sistemática à análise do ambiente externo em que operam as firmas e organizações (SAVIOTTI; METCALFE, 1991, p. 14-18).

6. CONCLUSÕES

Feita esta apresentação das origens e características básicas da economia evolucionista, há pouca margem para dúvida quanto à sua íntima conexão com a perspectiva holística ou sistêmica apontada por Capra (1998). Mais do que insistir neste ponto, gostaríamos de sugerir, a título de conclusão, alguns possíveis desdobramentos de pesquisa, relacionando o desenvolvimento dessa abordagem com o debate metodológico na ciência econômica. Com efeito, dissemos anteriormente que os sintomas de crise e insatisfação com a teoria econômica estiveram na base do surgimento da nova economia evolucionista.²² Mas, nos últimos anos, houve um interesse crescente no estudo da metodologia da economia,²³ que também vem sendo associado àquela crise.²⁴

Ao mesmo tempo, esse interesse respondeu ao impulso proveniente das mudanças na filosofia da ciência. Ao declínio do positivismo lógico, se seguiram novas tentativas de compreender os objetivos, a natureza, o status e as garantias do conhecimento científico, que, uma a uma, influenciaram os debates na metodologia da economia. É desta maneira que, depois de décadas de he-

22. Ver a segunda seção deste texto.

23. Em economia, o termo “metodologia” vem sendo empregado em pelo menos dois sentidos. Tradicionalmente, o conceito foi referido ao estudo dos métodos, objetivos e organização da disciplina. Mais recentemente, o uso corrente dado à palavra ganhou um sentido mais amplo, passando a se referir à filosofia da ciência aplicada à economia, que inclui, além do estudo dos métodos, uma discussão sobre a natureza do objeto da teoria econômica.

24. “Sempre que os esforços para resolver desacordos básicos sobre questões teóricas, empíricas e de política mostram-se inúteis, há um impulso natural para retornar aos fundamentos, em um esforço tanto de expor as raízes das controvérsias correntes, quanto na esperança de estabelecer bases mais sólidas e confiáveis para o trabalho subsequente.” (COATS, 1995, p. 9).

gemonia de um certo tipo de instrumentalismo pouco sofisticado,²⁵ sobreveio um período que já foi batizado de “interlúdio popperiano” – a tentativa de aplicar à economia o falsificacionismo de Popper e, posteriormente, a metodologia dos programas de pesquisa científica de Lakatos. Estas orientações predominaram até que uma crescente desilusão quanto às possibilidades de adequar os critérios propostos por Popper e Lakatos às condições da atividade científica em economia acabaram determinando a passagem a um terceiro momento, que se caracteriza por um ecletismo ou pluralismo metodológico.²⁶

O que une de alguma maneira estes vários desenvolvimentos alternativos que surgiram ao longo dos anos 1980 é uma menor preocupação com a busca de critérios universais para a escolha e avaliação (*appraisal*) de teorias que marcavam as metodologias prescritivas adotadas até então, e uma maior atenção para a prática efetiva dos economistas (BOYLAN; O’GORMAN, 1995, p. 8-35). Além disso, há pouca semelhança entre as orientações seguidas, que buscam inspiração ora em algum tipo de realismo, ora no pragmatismo e na crítica literária ou ainda na retórica, para ficar em alguns dos desenvolvimentos mais significativos.

Curiosamente, um dos argumentos mais frequentes para justificar esse pluralismo metodológico é exatamente a postulação de que a economia deve ser entendida como um sistema aberto, cuja complexidade reclamaria uma abordagem pluralista. Seria interessante investigar com mais cuidado e atenção de que maneira esse argumento é apresentado e em que medida procede. Isso certamente envolveria um esforço de mapear o sentido atribuído por estes autores às ideias de complexidade, pluralismo, representação, verdade, etc. Algo que “seria uma tarefa hercúlea para qualquer filósofo profissional, e nós podemos bem imaginar a perspectiva assustadora que ela representa para o mero economista, tentando lidar com todas estas questões ao mesmo tempo.” (SALANTI, 1997, p. 5). De todo modo, uma tarefa que extrapola os objetivos deste texto, mas que se coloca como desdobramento natural dos resultados obtidos até aqui.

25. A referência básica é o artigo de Friedman (1995).

26. Inicialmente proposto por Caldwell (1994), o pluralismo metodológico vem ganhando adeptos. Ver, por exemplo, o volume organizado por Salanti e Screpanti (1997), que reúne os trabalhos apresentados num congresso promovido pela *European Association for Evolutionary Political Economy*.

27. Nesta linha, ver Lawson (1997), que procura aplicar à economia o chamado *realismo crítico* (ou realismo transcendental) proposto por Roy Bhaskar (para outras referências, ver o site na internet do *Centre for Critical Realism*: <http://www.criticalrealism.demon.co.uk>).

28. Esses autores são às vezes agrupados sob a rubrica de construtivistas. Ver, entre outros, Hoover (1994), Weintraub (1991) e McCloskey (1998); os dois últimos reconhecem uma forte influência dos trabalhos de Rorty.

29. Ver, por exemplo, os trabalhos de Robert Delorme, Geoffrey Hodgson e Roberto Scazzieri em Salanti e Screpanti (1997).

2

Revoluções tecnológicas e *general purpose technologies*:

Mudança técnica, dinâmica e transformações do capitalismo(*)

Eduardo da Motta e Albuquerque

Introdução

Há diversas elaborações sobre as transformações em curso: uma terceira revolução industrial (RIFKIN, 2011), uma segunda era das máquinas (BRYNJOLFSSON; MCFEE, 2014), uma terceira onda (THE ECONOMIST, 2014) ou uma quarta revolução industrial (SCHWAB, 2016). Adicionalmente, diversas publicações buscam discutir o impacto de uma nova onda de automação combinada com avanços na inteligência artificial (WORLD BANK, 2016; 2019; MGI, 2017). Como Schumpeter (1989, p. 247) observa, não é a primeira vez que isso acontece, pois, no final do século XIX, “*the New Industrial Revolution has become a very common phrase.*”¹ Essas publicações são evidências de mudanças em curso.

Revoluções tecnológicas reconfiguram o sistema capitalista. Mas as próprias revoluções tecnológicas têm uma dinâmica própria, que altera a sua velocidade, extensão e impactos. No sistema capitalista, a busca do lucro está diretamente associada à busca por inovações (SCHUMPETER, 1985, capítulo 2). O sucesso nessa

(*) Esta nova versão articula o capítulo original com dois trabalhos subsequentes (ALBUQUERQUE, 2017; 2019) que desenvolveram temas específicos que complementam, atualizam e enriquecem a discussão da dinâmica de revoluções tecnológicas. Agradeço o apoio do CNPq (Processos 401054/2016-0, 307787/2018-4), do SENAI (Ordem de Serviço 51000011, Projeto IPEAD 159), o apoio dos bolsistas de iniciação científica Giulia Tonon, José Carlos Miranda e Tiago Camargo e as sugestões e comentários da Prof.^a Márcia Rapini e da Prof.^a Janaina Rufoni. Os erros são responsabilidade exclusiva do autor.

1. “A nova revolução industrial tornou-se uma frase muito comum” (SCHUMPETER, 1989, p. 247, tradução nossa).

busca está associado à obtenção de lucros extraordinários, um fenômeno apontado antes (MARX, 1984, capítulo 10) e depois (TEECE, 2010) de Schumpeter. Esses recursos financiam e motivam a ampliação das atividades ligadas à ciência e à tecnologia, mudança quantitativa que afeta a base das revoluções tecnológicas. Em um sistema com uma dinâmica expansiva como o capitalismo, esse motor fundamental de sua dinâmica não poderia ficar ileso a essas modificações. Esse processo é o que este capítulo busca rastrear, a partir de uma sistematização da literatura disponível.

O ponto de partida da discussão deste capítulo é o papel da inovação tecnológica na dinâmica do sistema capitalista: o papel central da inovação está colocado na elaboração de Schumpeter, sintetizado no célebre segundo capítulo de sua *Teoria do Desenvolvimento Econômico* (1911) – a inovação, em qualquer de seus cinco tipos básicos, está no centro da dinâmica do sistema, pois o lucro é resultado de uma inovação bem-sucedida implementada na economia. É a inovação que detona um conjunto de mudanças que está por trás do fenômeno do desenvolvimento – e sua lógica articulada ao cerne da ação no sistema capitalista: a busca do lucro. É a inovação que alimenta o processo de destruição criadora que caracteriza o sistema capitalista (SCHUMPETER, 1984, Capítulo 7).

Essa compreensão básica do papel da inovação na dinâmica capitalista organiza o roteiro deste capítulo, porque as inovações não são distribuídas de forma contínua ao longo do tempo, nem todas têm o mesmo significado. Uma combinação entre o caráter radical de uma inovação e o seu agrupamento em pontos específicos do tempo constitui a base da ocorrência periódica de revoluções tecnológicas ao longo da história do sistema capitalista, sistema que nasce de uma das mais profundas revoluções tecnológicas: a revolução industrial britânica.

O roteiro deste capítulo está organizado em torno da ideia das revoluções tecnológicas e de seu aprimoramento através da emergência do conceito de *general purpose technologies* (GPTs). Um conselho de Nathan Rosenberg (1976, p. 34) explica a Seção 1: a elaboração de Marx “*still deserves to be a starting point for any serious investigation of technology and its ramifications*”.² Marx (1984) será lido como um autor que, na discussão da revolução industrial – a emergência da maquinaria e da grande indústria – desenvolve um padrão de interpretação, indicando como uma inovação radical em um ponto estratégico da economia se espalha por todo o aparato produtivo e afeta o conjunto da economia. A Seção 2, por sua vez, apresenta a elaboração de Kondratiev (1979; 1998; 2004) sobre ondas longas

2. “ainda merece ser um ponto de partida para qualquer investigação séria da tecnologia e suas ramificações” (ROSENBERG, 1976, p. 34, tradução nossa).

e o papel da tecnologia e sua incorporação por Schumpeter (1989). O material histórico trabalhado por Kondratiev (1998) e por Schumpeter (1989) inclui duas revoluções tecnológicas posteriores à revolução industrial investigada por Marx. Em seguida, a Seção 3 combina uma avaliação de uma retomada do interesse no pós-guerra sobre a movimentação de longo prazo do sistema capitalista, em um mundo que assistia a uma quarta revolução tecnológica. Nesse contexto teórico, é possível indicar tanto a emergência da elaboração neo-schumpeteriana, como a origem do conceito de GPTs. A Seção 4, à luz dos debates do início do século XXI, apresenta uma sistematização das revoluções tecnológicas e explora a identificação da fase atual, aberta pela invenção da “world wide web” (www) em 1991. A Seção 5 investiga a relação entre a fase atual (pós-www) e a emergência de um conjunto de novas tecnologias candidatas a GPTs, com inúmeras possibilidades de combinação entre elas, além de resenhar uma discussão sobre o impacto potencial dessas tecnologias. Fechando o capítulo estão as Considerações Finais.

1. MARX E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: UM MODELO PARA REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS POSTERIORES

No *Manifesto* de 1848, redigido com Engels, Marx indica o papel da inovação tecnológica no sistema capitalista e a forma como essa característica distingue este sistema dos anteriores:

[a] burguesia só pode existir com a condição de revolucionar incessantemente os instrumentos de produção, por conseguinte, as relações de produção e, com isso, todas as relações sociais [...] Essa subversão contínua da produção, esse abalo constante de todo o sistema social, essa agitação permanente e essa falta de segurança, distinguem a época burguesa de todas as precedentes (MARX; ENGELS, 1998, p. 24).

Um escrito da juventude, esse parágrafo pode ser lido como um tópico importante no programa de pesquisa de Marx, programa que foi completado parcialmente com *O Capital*.

A sistematização das contribuições de Marx para o estudo da tecnologia está além do objetivo desta seção – o leitor interessado pode encontrar excelentes revisões introdutórias em Rosenberg (1976; 1982). Entre a publicação do *Manifesto* e a primeira edição de *O Capital*, Marx avança substancialmente a elaboração sobre as particularidades dessa incessante revolução tecnológica que distingue o capitalismo dos sistemas anteriores – novas tecnologias provocam revolução no valor, a disputa pelos superlucros impulsiona a utilização de métodos mais modernos de produção e caracteriza a competição intercapitalista, a aplicação sistemática da ciência à produção transforma a natureza das forças produtivas.

Entre os avanços em *O Capital* está a elaboração sobre os mecanismos de propagação das mudanças tecnológicas – algo que Rosenberg (1982) trata como sequências compulsivas em um texto sobre orientações do progresso tecnológico. A apresentação de Marx sobre o desenvolvimento da maquinaria (Capítulo 13) pode ser lida como uma primeira descrição de revolução tecnológica. Desde os dois capítulos anteriores, Marx constrói um quadro dinâmico no qual o trabalho, sua divisão e sua produtividade vêm se alterando: cooperação e manufatura (descrita por Adam Smith) antecedem o capítulo sobre a maquinaria e a grande indústria.

Aqui, a evolução das máquinas é descrita por Marx, até chegar ao ponto de partida da Revolução Industrial:

A máquina da qual parte a Revolução Industrial substitui o trabalhador, que maneja uma única ferramenta, por um mecanismo, que opera com uma massa de ferramentas iguais ou semelhantes de uma só vez, e que é movimentada por uma única força motriz, qualquer que seja a sua força (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 10).

Uma vez revolucionado o modo de produção em um ponto, o processo de sua difusão se inicia: “[o] revolucionamento do modo de produção numa esfera da indústria condiciona seu revolucionamento nas outras” (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 15).

A descrição que Marx apresenta a seguir é uma didática elaboração sobre o processo de espalhamento de mudanças que caracterizou a Revolução Industrial, mas que também serve de modelo para outras revoluções tecnológicas, com as devidas adaptações. O processo começa em um ponto, na fiação. O impacto deste começo não é pequeno – Carlota Perez (2010, p. 190) usa a expressão *big bang*, de forma muito apropriada, para descrever a natureza deflagradora de uma inovação radical. As consequências desse *big bang* são enormes, como descreve Marx:

[...] a mecanização da fiação tornou necessária a mecanização da tecelagem e ambas tornaram necessária a revolução mecânica e química no branqueamento, na estampagem e na tinturaria. Assim, por outro lado, a revolução na fiação do algodão suscitou a invenção do gin para separar a fibra de algodão da semente, com que finalmente tornou possível a produção em grande escala agora exigida. Mas a revolução no modo de produção da indústria e da agricultura exigiu também uma revolução nas condições gerais do processo de produção social, isto é, nos meios de comunicação e transporte (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 15-16).

Portanto, uma inovação radical em um ponto estratégico da estrutura produtiva deflagra um conjunto de efeitos para frente e para trás, espalhando o processo revolucionário da agricultura aos meios de transporte. O processo, porém,

prosegue, na medida em que “o sistema de transporte foi, pouco a pouco, ajustado, mediante um sistema de navios fluviais a vapor, ferrovias, transatlânticos a vapor e telégrafos, ao modo de produção da grande indústria” (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 16).

Esse ajustamento, por sua vez, determina novas demandas. Grande indústria, ferrovias, navios, prossegue Marx, “as terríveis massas de ferro que precisavam ser forjadas, soldadas, furadas e moldadas exigiam, por sua vez, máquinas ciclópicas, cuja criação não era possível à construção manufatureira de máquinas” (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 16). Esse movimento determina um passo final: “[a] grande indústria teve, portanto, de apoderar-se de seu meio característico de produção, a própria máquina, e produzir máquinas por meio de máquinas. Só assim ela criou sua base técnica adequada e se firmou sobre os seus próprios pés” (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 16).

Nesse processo, todos os setores da economia sofreram impactos e foram transformados. A revolução industrial se completa quando a forma de produzir máquinas passa a ser por meio de máquinas, um final de um processo que tem consequências revolucionárias também: com a maquinaria, há a substituição da “rotina empírica pela aplicação consciente das ciências da Natureza” (MARX; ENGELS, 1998, tomo 2, p. 17) - uma mudança decisiva no padrão de relacionamento entre a dinâmica científica e a tecnológica. Até este momento, as interações entre ciência e tecnologia estavam dispersas no tempo - a revolução científica (SCHUSTER, 1990) antecedeu a revolução industrial, uma forma de indicar influências indiretas, porém decisivas. Mokyr (1990) menciona pelo menos dois canais por onde a revolução científica se comunicou com a revolução industrial: 1) inventores e industriais britânicos estiveram em constante contato com cientistas durante a revolução industrial (p. 168); 2) a máquina a vapor seria impensável sem os insights de Torricelli e Guerickle sobre a pressão atmosférica (p. 168).³

De qualquer forma, o que era difuso e sob um hiato intertemporal razoável, a partir da revolução industrial, com esse aspecto estrutural novo descortinado por Marx - aplicação consciente da ciência à produção - torna-se sistemático e articulado temporalmente. Tem-se um esboço da construção institucional descrita como sistemas de inovação pelos autores neo-schumpeterianos nos anos

3. Ver Suprinyak (2009). Para uma discussão atualizada da relação entre a revolução científica e a revolução industrial, ver Jacob (2014) e a avaliação crítica de Gráda (2016).

1980. Esse aparato institucional, por sua vez, inaugura um padrão de interação e de mecanismos de reforço mútuo entre a ciência e a tecnologia que impulsionará outras revoluções tecnológicas ao longo dos séculos XIX, XX e XXI. A crescente dependência das tecnologias em relação à ciência é outra característica das transformações do capitalismo nesses três séculos.

2. KONDRATIEV E SCHUMPETER: REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E ONDAS LONGAS NO DESENVOLVIMENTO CAPITALISTA

Entre 1919 e 1921, Kondratiev formulou a hipótese da existência de ondas longas na dinâmica econômica capitalista e, em 1922, publicou em Moscou o livro *The world economy and its conjunctures during and after the war*.⁴ Para Kondratiev, um pesquisador de ciclos econômicos, “[t]he idea that the dynamics of economic life in the capitalistic social order is not of a simple and linear but rather of a complex and cyclical character is nowadays generally recognized” (1979, p. 519).⁵ Ele resenha as discussões sobre ciclo, mencionando trabalhos sobre ciclos de oito a 11 anos de duração, trabalhos de Kitchin sobre ciclos mais curtos e trabalhos de Moor, Lescure, Aftalion, Spiethoff e Cassel sobre ondas longas. Conclui sua resenha da literatura, após listar polêmicas e ceticismo, sugerindo que “[t]here is, indeed, reason to assume the existence of long waves of an average length of about 50 years in the capitalistic economy, a fact which still further complicates the problem of economic dynamics” (1979, p. 520).⁶ No restante, o texto apre-

4. Kondratiev (1979, p. 544) explicita a sua relação com outras elaborações em curso na década de 1920, similares à sua: “[o]nly at the beginning of 1926 did I become acquainted with S. de Wolff’s article ‘Prosperitäts- und Depressionsperioden’, *Der lebendige Marxismus, Festgabe zum 70. Geburtstag von Karl Kautsky*. De Wolff in many points reaches the same result as I do. The works of J. van Geldern, which de Wolff cites and which have evidently been published only in Dutch, are unknown to me”. [“Somente no início de 1926, eu conheci o artigo de S. de Wolff, ‘Prosperitäts- und Depressionsperioden’, *Der lebendige Marxismus, Festgabe zum 70. Geburtstag von Karl Kautsky*. De Wolff, em muitos pontos, alcança o mesmo resultado que eu. Os trabalhos de J. van Gelderns, citados por Wolff e que evidentemente foram publicados apenas em holandês, eram desconhecidos para mim” (KONDRATIEV, 1979, p. 544, tradução nossa). Posteriormente, Kondratiev inclui van Gelderen entre os teóricos que lidam com as ondas longas (KONDRATIEV, 1992, p. 423).

5. “[a] ideia de que a dinâmica da vida econômica na ordem social capitalista não é de caráter simples e linear, mas de caráter complexo e cíclico hoje em dia é geralmente reconhecida” (KONDRATIEV, 1979, p. 519, tradução nossa).

6. “Há aqui, realmente, elementos para supor a existência de ondas longas de duração média de cerca de 50 anos na economia capitalista, um fato que complica ainda mais o problema da dinâmica econômica” (KONDRATIEV, 1979, p. 520, tradução nossa).

senta evidências estatísticas relativas a essas ondas longas.

Com a publicação de textos inéditos no final do século XX (LOUÇÁ, 1999), a sofisticação e a riqueza dos insights de Kondratiev ficam mais evidentes.⁷ Em outro texto de 1926, publicado em 1998, Kondratiev (1998, p. 38-41) discute quatro princípios empíricos fundamentando o desenvolvimento das ondas longas. O primeiro desses princípios sugere que:

[p]rior to the start of the rising wave of each cycle and sometimes at its start significant changes in the main conditions of economic life of society are observed. These changes are usually manifest [...] in far-reaching changes in manufacturing techniques and capacity [...], in changes in the conditions of monetary circulation, in a strengthening of the role of new countries in world economic life, and so on (p. 38).⁸

De forma mais direta, Kondratiev (1998, p. 49) sugere que a dinâmica das ondas longas tem entre os seus determinantes elementos aleatórios e condições e eventos tais como: “1 - *changes in technology*, 2 - *wars and revolutions*, 3 - *the involvement of new territories in the orbit of the world economy*, 4 - *fluctuations in gold mining*”.⁹

A seguir, Kondratiev associa cada um dos três ciclos longos com mudanças tecnológicas: revolução industrial no caso do primeiro (p. 39); aperfeiçoamentos no motor a vapor (1824), invenção da turbina (1824-7), cimento Portland (1824), entre outras mudanças associadas ao segundo ciclo (p. 39), e dínamo, motor a combustão, telégrafo, transmissão de energia elétrica como mudanças associadas ao terceiro ciclo (p. 40).

Um dos méritos de Schumpeter (1989) é incorporar a elaboração de Kondratiev e de seus insights sobre o papel da tecnologia nas ondas longas, enfatizando o papel central para as inovações na definição dos ciclos em geral - e das inovações radicais para a formação das ondas longas. Na verdade, desde 1911, com

7. Para o tema deste capítulo, é interessante destacar que Kondratiev (1992, p. 381) cita Schumpeter (1985), entre diversos autores relevantes para a discussão de ciclos. Aliás, como Louçá (1999, p. 191; 198) destaca, é impressionante a lista de autores discutida por Kondratiev (além de Schumpeter, estão Simmel, Keynes, Mitchel, Fisher, Marshall, Hansen).

8. “Antes do início da onda crescente de cada ciclo e, às vezes, no seu início, são observadas mudanças significativas nas principais condições de vida econômica da sociedade. Essas mudanças geralmente se manifestam [...] em mudanças de longo alcance nas técnicas e na capacidade de fabricação [...], nas mudanças nas condições de circulação monetária, no fortalecimento do papel dos novos países na vida econômica mundial, e assim por diante” (p. 38, tradução nossa).

9. “1 - mudanças de tecnologia, 2 - guerras e revoluções, 3 - o envolvimento de novos territórios na órbita da economia mundial, 4 - oscilações na produção de ouro” (KONDRATIEV, 1998, p. 49, tradução nossa).

o livro *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, Schumpeter articulava a dinâmica cíclica da economia capitalista com a inovação tecnológica. No capítulo sobre os ciclos econômicos (Capítulo 6), Schumpeter (1985, p. 148) pergunta por que existem altos e baixos no desenvolvimento e responde: porque as combinações novas [...] aparecem [...] descontinuadamente, em grupos ou bandos. Se o aparecimento de novas combinações fosse contínuo, para Schumpeter (1985, p. 149), “as perturbações teriam importância apenas local e seriam facilmente superadas pelo sistema econômico como um todo”.

Se já na obra de 1911 (SCHUMPETER, 1985) a dinâmica cíclica da economia é determinada pela introdução de inovações, a contribuição de Kondratiev é incorporada por Schumpeter para dar conta da diferença na natureza das inovações e no seu agrupamento. No livro *Business Cycles*, Schumpeter parte da discussão do Capítulo 6 do *Teoria do Desenvolvimento Econômico* e, a partir desta síntese, introduz novas questões:

[...] if innovations are at the root of cyclical fluctuations, these cannot be expected to form a single wavelike movement, because the periods of gestation and of absorption of effects by economic system will not, in general, be equal for all innovations that are undertaken at any time (1989, p. 141).¹⁰

Há aqui um esforço de Schumpeter para diferenciar as inovações: “*innovations of relatively long span, less important innovations*” (p. 141), *major innovations*” (p. 142).¹¹ Esse esforço de Schumpeter abre uma longa discussão entre pesquisadores da inovação sobre a natureza das inovações. Freeman (1994) apresenta uma síntese abrangente na proposta de uma tipologia de inovações, discriminando entre inovações incrementais e inovações radicais. Uma vez diferenciadas as inovações, Schumpeter discute sequências de ciclos, que se associariam a inovações radicais (*major innovations*) – “*major innovations hardly ever emerge in their final form or cover the whole field that will ultimately be their own*” (p. 142).¹² Exemplos de Schumpeter são as ferrovias, a eletrificação e a motorização

10“Se as inovações estão na raiz das flutuações cíclicas, não se pode esperar que elas formem um único movimento semelhante a uma onda, porque os períodos de gestação e absorção dos efeitos pelo sistema econômico não serão, em geral, iguais para todas as inovações realizadas a qualquer momento” (SCHUMPETER, 1989, p. 141, tradução nossa).

11. “inovações de extensão relativamente longa, inovações menos importantes, inovações significativas” (SCHUMPETER, 1989, p. 141-142, tradução nossa).

12. “inovações significativas quase nunca surgem em sua forma final ou apresentando a abrangência que ao final alcançarão” (SCHUMPETER, 1989, p. 142, tradução nossa).

do mundo (p. 142). Há, assim, uma sequência de mudanças, exemplificada com o automóvel: “*the motorcar would never have acquired its present importance and become so potent reformer of the life if it had failed to shape the environmental conditions – roads, among them – for its own further development*” (SCHUMPETER, 1989, p. 142).¹³

O raciocínio de Schumpeter se completa com uma referência ao que ferrovias, eletrificação e motorização teriam em comum com a revolução industrial: algo além dos ciclos em si, há “*effects other than those which show in the cycles themselves*” (p. 143).¹⁴ Em uma exposição que prefigura a próxima importante contribuição teórica de Schumpeter – o processo de destruição criadora (1942) –, exemplifica com as ferrovias um processo que demanda tempo – “[i]t requires more time to bring into use the opportunities of production newly created by the railroad and to annihilate others” (p. 143).¹⁵

Neste ponto Schumpeter pode justificar a decisão teórica de escolher três ciclos específicos para sintetizar as flutuações discutidas por ele. De uma forma que lembra a introdução do texto de Kondratiev (1979, p. 519-520), Schumpeter opta por ciclos curtos (Kitchin), ciclos industriais clássicos (Juglar) e ciclos de duração mais longa (Kondratiev). Para organizar a transição para os capítulos históricos do *Business Cycles*, Schumpeter (1989, p. 145) descreve os três Kondratiev que ocorreram até a edição do seu livro: o primeiro, de 1780 a 1842, corresponderia à revolução industrial; o segundo, de 1842 a 1897, a era do vapor e do aço, e o terceiro, a partir de 1898, o Kondratiev da eletricidade, da química e do motor. Nos capítulos históricos, Schumpeter apresenta dados e informações disponíveis para descrever cada uma dessas fases.

A elaboração de Kondratiev e a reinterpretação de Schumpeter ficam nítidas pela utilização no *Business Cycles* de praticamente a mesma periodização sugerida pelo economista russo no seu texto de 1926: Kondratiev (1979, p. 535) identificou estatisticamente três ondas longas, aproximadamente entre o final da década de 1780 e a década de 1920. Schumpeter articula uma

13. “o automóvel nunca teria adquirido sua importância atual e se tornado um reformador tão potente da vida se não moldasse as condições ambientais – estradas, entre elas – para seu próprio desenvolvimento” (SCHUMPETER, 1989, p. 142, tradução nossa).

14. “efeitos diferentes daqueles que aparecem nos próprios ciclos” (SCHUMPETER, 1989, p. 143, tradução nossa).

15. “requer mais tempo para colocar em uso as oportunidades de produção recém-criadas pela ferrovia e aniquilar outras” (SCHUMPETER, 1989, p. 143, tradução nossa).

relação entre agrupamentos de inovações radicais e cada uma dessas ondas: a sua raiz tecnológica estava incorporada na literatura econômica.

O que interessa a este capítulo não é tanto a importante e polêmica discussão sobre a existência de ondas longas e sua periodicidade, mas a identificação de revoluções tecnológicas capazes de impor à economia e à sociedade transformações tão profundas como as da revolução industrial. Kondratiev e Schumpeter tiveram, nas décadas iniciais do século XX, uma posição capaz de observar fenômenos estatísticos, históricos e econômicos que exigiram novas elaborações teóricas, como sugere Louçã (2007): metodologias para captar a pulsação da vida econômica no capitalismo.

Há, assim, mudanças em setores líderes, que demonstram outras mudanças, haja vista o papel decisivo de novas disciplinas universitárias - engenharias - e de descobertas científicas para as tecnologias do aço, da eletricidade, da química e do motor. A aplicação sistemática da ciência à produção alcança novos patamares, exigindo inclusive transformações estruturais na empresa, com o surgimento dos primeiros departamentos de pesquisa e desenvolvimento nas indústrias química e de eletricidade, no início da década de 1870.¹⁶ Além dessas mudanças setoriais, o local da discussão do segundo e do terceiro Kondratiev muda. Enquanto Marx tratou da Inglaterra, Schumpeter discute também a Alemanha e os Estados Unidos. Enfim, mudanças de setores e de regiões.

3. ONDAS LONGAS E GENERAL PURPOSE TECHNOLOGIES:

A CONTRIBUIÇÃO DA ELABORAÇÃO NEO-SCHUMPETERIANA

3.1 Ondas longas na emergência da elaboração neo-schumpeteriana

Após 1945, a economia capitalista nos países centrais conheceria uma longa fase de expansão, que duraria até aproximadamente 1974. Um conjunto de inovações tecnológicas, amadurecidas durante e imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, está por trás dessa nova onda expansiva da economia mundial

16. As diferenças nas periodizações devem ser ressaltadas. Marx (1867) investigou apenas a “maquinaria e a grande indústria”, combinando a mecanização da indústria têxtil e a emergência do motor a vapor. Kondratiev (1998) e Schumpeter (1989), buscando explicitamente periodizar distintas fases do capitalismo, separaram a revolução industrial da era do vapor e do aço. Perez (2010) reorganiza a periodização de Schumpeter, propondo uma era do vapor e das ferrovias seguida da era do aço, eletricidade e máquinas pesadas. Essas diferenças sugerem ao leitor um esforço para localizar temporal e institucionalmente cada autor - e as percepções possíveis em sua época.

- e essa longa fase de expansão é um dos consensos entre as diversas abordagens que buscam periodizar a história econômica do capitalismo global (ALBRITTON *et al.*, 2001).

Com o início do fim da fase expansiva das economias centrais nos anos 1970, a discussão sobre as ondas longas do desenvolvimento capitalista ganhou um novo impulso. Delbeke (1981) resenha *Recent long-wave theories*, mapeando a retomada do interesse pelo tema nesse período: Mandel (1982), Mensch (1975), Forrester (1977), Freeman (1977) e Rostow (1975). O livro editado por Freeman (1983), a partir de um número especial da revista *Futures*, é uma demonstração da ampliação do interesse sobre o tema e da riqueza da elaboração teórica em curso - e de um conjunto de diálogos que se abre entre essas diversas abordagens.

O conjunto das elaborações dos anos 1970 e 1980 é bastante diversificado, com uma vasta polêmica em torno da explicação da dinâmica de longo prazo dessas ondas. Entretanto, em todas as elaborações, o papel das novas tecnologias é crucial, mesmo quando elas não eram consideradas o principal fator causal dessa dinâmica.

Foi bastante representativa a participação de Chris Freeman, uma das bases da emergente elaboração neo-schumpeteriana nos debates sobre as ondas longas. Freeman participa desse vasto movimento com seu texto de 1977, como editor em 1981 do número especial da *Futures* e da sua posterior edição (ampliada) com o livro *Long waves in the world economy* em 1983, além de escrever *Unemployment and technical change: a study on long waves and economic development* em parceria com John Clark e Luc Soete, em 1982.

Freeman, ao lado de Richard Nelson, Nathan Rosenberg e Keith Pavitt, pode ser considerado um dos fundadores da abordagem neo-schumpeteriana. Certamente é o autor mais simpático ao esforço teórico relativo às ondas longas. A posição de Freeman na emergência da abordagem neo-schumpeteriana oferece uma singular posição teórica que permite, por um lado, importantes contribuições para as elaborações dessa corrente em formação - decorrentes do seu envolvimento com o esforço de compreensão da dinâmica de longo prazo da economia capitalista - e, por outro lado, decisivas contribuições da emergente economia da inovação para o debate das ondas longas - decorrentes de seu esforço teórico de compreender as forças motrizes da tecnologia, desde os seus componentes microeconômicos.

Essa posição singular pode ser exemplificada pelo texto de Chris Freeman e de Carlota Perez - *Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour* - no livro *Technical change and economic theory*, que foi a primeira síntese geral da abordagem neo-schumpeteriana, em 1988. Freeman e Perez (1988) apresentam uma síntese dos avanços da elaboração inspirada em Kondratiev, já

incorporando contribuições dos debates dos anos 1970 e 1980 entre pesquisadores das ondas longas e, ao mesmo tempo, incorporando todos os avanços da elaboração neo-schumpeteriana em consolidação.

Freeman e Perez (1988), por um lado, é um texto teórico capaz de incorporar a dinâmica das inovações tecnológicas no centro dos movimentos de longo prazo da economia capitalista. Esse texto contém uma combinação mais sofisticada da diferença entre os movimentos da inovação em si e de sua difusão por meio de um conjunto de inovações incrementais – já absorvendo as elaborações sobre paradigmas tecnológicos (DOSI, 1983) e sobre o papel das inovações incrementais (ROSENBERG, 1976; PATEL; PAVITT, 1994b). Ao mesmo tempo, Freeman e Perez (1988) destacam o papel de mudanças institucionais – simultaneamente pré-requisito e consequência das mudanças tecnológicas – por trás dos processos de desajustamento e reajustamento institucionais que se corporificam nas grandes crises da economia capitalista, momentos de transformação estrutural do capitalismo.

Por outro lado, é um texto de história econômica, que organiza um painel das quatro revoluções tecnológicas ocorridas até 1988. Trata-se de um painel rico de insights e de sugestões de pesquisa, por apresentar as quatro revoluções tecnológicas em seus diversos componentes estruturais, que incorporam desde as tecnologias líderes e emergentes, até a organização das firmas líderes e as estruturas de mercado, estrutura de financiamento das empresas e de suas inovações, países líderes e países emergentes, características principais dos sistemas de inovação mais importantes, elementos institucionais como organização dos Estados e de sistemas de bem-estar social, natureza do contexto geopolítico predominante (FREEMAN e PEREZ 1988, p. 50-56).

Além de sistematizar esses elementos estruturais das quatro ondas longas até então desenvolvidas, Freeman e Perez (1988) exploram características potenciais de uma nova revolução tecnológica aparentemente em curso, baseada nas tecnologias de informação e comunicação. Esse mesmo esquema é mais acabado em uma apresentação posterior (FREEMAN; SOETE, 2008, p. 65-70), na qual a onda longa relativa às tecnologias de informação e comunicação (TICs) já pode ser discutida com mais elementos empíricos e históricos.

Finalmente, Freeman e Louçã (2001) apresentam uma contribuição à elaboração das ondas longas que combina uma discussão teórica (Parte I: História e economia) com uma apresentação renovada e enriquecida do painel histórico (Parte II: Revoluções industriais sucessivas). Além disso, permitem uma nova incorporação das crescentes contribuições teóricas da elaboração neo-schumpeteriana com os desenvolvimentos históricos da nova fase relativa à revolução das TICs. Na sucessão das tecnologias centrais das cinco ondas longas – mecanização da indústria têxtil, máquina a vapor, eletricidade e química, motor a combustão e eletrônica e, finalmente, as tecnologias de informação e comunicação – há por trás uma crescente complexidade das tecnologias, *grosso*

modo, determinada por seu crescente conteúdo científico. Isso demanda um conjunto de articulações institucionais sintetizadas no conceito de sistema nacional de inovação – outro conceito central na elaboração neo-schumpeteriana que tem importantes contribuições na elaboração de Freeman (1988).

3.2 General purpose technologies e a contribuição de Rosenberg¹⁷

Nathan Rosenberg durante esses debates sobre as ondas longas permaneceu com uma postura cética, em especial ao cobrar mais elaborações sobre quatro questões básicas sobre a dinâmica das ondas longas: causalidade, timing, repercussões econômicas das inovações e recorrência (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1983). Essas reflexões críticas vindas de um historiador das revoluções tecnológicas contribuíram para a emergência da elaboração sobre as *general purpose technologies* (GPTs) no final dos anos 1980 e início dos anos 1990. Pelo menos como uma referência importante, Rosenberg está ligado à origem desse conceito. Uma leitura do texto pioneiro da literatura de GPTs (BRESNAHAN; TRAJTENBERG, 1995) fornece alguns elementos para a identificação da influência de Rosenberg. Em primeiro lugar, Bresnahan e Trajtenberg (1995, p. 83) agradecem os comentários de Rosenberg às versões anteriores do texto. Em segundo lugar citam o livro *Inside the black box* diversas vezes, como apoio à ideia das GPTs (p. 84; 95). Em terceiro lugar, em uma nota de rodapé, os autores (1995, p. 84, nota 2) esclarecem que “[i]n defining innovational complementarities and understanding their role, we were strongly influenced by Rosenberg’s insightful 1979 essay, *Technological interdependence in the American economy*”.¹⁸ Em quarto lugar, Bresnahan e Trajtenberg (1995, p. 86) indicam ao leitor uma versão maior deste texto (publicado em 1992 como *Working Paper da National Bureau of Economic Research*), que tem uma seção histórica com outras referências a Rosenberg.

Em 1998, E. Helpman edita o livro *General purpose technologies*. Para Helpman. “a drastic innovation qualifies as a GPT if it has the potential for pervasive use in a wide range of sectors in ways that drastically change their mode of operation” (p. 3).¹⁹ A partir de um capítulo do livro, Helpman menciona uma caracterização baseada em quatro

17. Esta subseção está baseada em Albuquerque (2017).

18. “para definir complementaridades inovadoras e entender seu papel, fomos fortemente influenciados pelo perspicaz ensaio de Rosenberg de 1979, *Technological interdependence in the American economy*” (BRESNAHAN; TRAJTENBERG, 1995, p. 84, tradução nossa).

19. “uma inovação drástica se qualifica como GPT se tiver potencial para uso generalizado em uma ampla gama de setores, de maneira que mude drasticamente seu modo de operação” (HELPMAN, 1998, p. 3, tradução nossa).

características principais: “(1) *much scope for improvement initially*, (2) *many varied uses*, (3) *applicability across large parts of the economy*, (4) *strong complementarities with other technologies*” (p. 5).²⁰

Esse livro é importante porque Rosenberg participa simultaneamente como autor do capítulo 7 e como referência bibliográfica em outros cinco capítulos. Na introdução, Helpman atribui a Bresnahan e Trajtenberg (1995) a autoria do termo *General Purpose Technologies* (GPTs).

O próprio Rosenberg, posteriormente, comenta de forma favorável os esforços dessa elaboração emergente:

In the first half of the 1990s economists were beginning to explore the notion that some technological innovations were of special significance because they provided building blocks upon which numerous other innovations were eventually constructed. That is, some technologies can be regarded as general purposes technologies (GPTs) because they provided technological capabilities that could be utilized in a large number of “application sectors”. Steam engines, machine tools, electricity, transistors, and computers all fall in this category (ROSENBERG, 2000, p. 80).²²

Ao mesmo tempo, apresenta uma reconsideração da sua obra à luz dessa abordagem:

This way of thinking seemed eminently sensible and specially illuminating to someone who has long had a special interest in the history of technologies, and who had in fact written a paper many years ago that exploited the relationship between the introduction of a new class of machines - machine tools - and a wide range of subsequent applications (ROSENBERG, 2000, p. 80).²³

20. “(1) inicialmente muito espaço para aperfeiçoamentos e melhorias, (2) muitos usos variados, (3) aplicabilidade em grandes partes da economia, (4) fortes complementaridades com outras tecnologias” (HELPMAN, 1998, p. 5, tradução nossa).

21. Uma indicação de um diálogo com a abordagem das ondas longas é a referência a textos de Freeman (às vezes com Perez) em quatro capítulos de Helpman (1998).

22. “Na primeira metade da década de 1990, os economistas começavam a explorar a noção de que algumas inovações tecnológicas tinham um significado especial porque forneciam bases sobre os quais várias outras inovações foram eventualmente construídas. Ou seja, algumas tecnologias podem ser consideradas como tecnologias de propósito geral (GPTs) porque forneceram recursos tecnológicos que poderiam ser utilizados em um grande número de ‘setores de aplicação’. Motores a vapor, máquinas-ferramentas, eletricidade, transistores e computadores se enquadram nessa categoria” (ROSENBERG, 2000, p. 80, tradução nossa).

23. “Essa forma de pensar parecia eminentemente razoável e especialmente esclarecedora para alguém que há muito tempo tem um interesse especial na história das tecnologias e que, de fato, havia escrito um artigo há muitos anos que explorava a relação entre a introdução de uma nova classe de máquinas - máquinas ferramentas - e uma ampla gama de aplicações subsequentes” (ROSENBERG, 2000, p. 80, tradução nossa).

Em uma nota de rodapé, Rosenberg indica aos leitores dois artigos: *Technological change in the machine tool industry*, escrito em 1963, and *Technological interdependence in the American economy*, escrito em 1979. Articulando esses textos com a literatura de GPTs, Rosenberg escreve:

This second paper, drawing in part on the earlier one, pays special attention to two issues of special significance in the latter GPT literature: the role of complementarities among technologies and the importance of interindustry complementarities (p. 116).²⁴

A partir de 1998, Rosenberg escreve utilizando o conceito de GPT ao menos três textos, que abordam a engenharia química (Rosenberg, 1998), a eletricidade (ROSENBERG, 1998), e máquina a vapor (ROSENBERG; TRAJTENBERG, 2004).²⁵

3.3 GPTs como um refinamento para a investigação das revoluções tecnológicas

Dosi e Nelson (2010, p. 66) identificam a posição específica das GPTs em relação às elaborações prévias sobre trajetórias tecnológicas:

[...] [h]ere as well as in Dosi (1982), we use the notion of paradigm in a microtechnological sense: for example, the semiconductor paradigm, the internal combustion engine paradigm, etc. This is distinct from the more “macro” notion of “techno-economic paradigm” used by Perez (1985; 2010) and Freeman and Perez (1988) which is a constellation of paradigms in our narrow sense: for example, the electricity techno-economic paradigm, ICTs, etc. The latter broader notion overlaps with the idea of “general purpose technologies” from Bresnahan and Trajtenberg (1995).²⁶

24. “Este segundo artigo, baseado em parte no anterior, foca em duas questões de significado especial na literatura da GPT: o papel das complementaridades entre as tecnologias e a importância das complementaridades inter-industriais” (ROSENBERG, 2000, p. 116, tradução nossa).

25. A partir de 1995, o conceito de GPTs adquire vida própria, passando a ser referência para discussões em diversas áreas da economia. Dois exemplos são a presença de capítulos relativos a GPTs em *handbooks* de áreas como crescimento econômico (JOVANOVIĆ; ROUSSEAU, 2005) e economia da inovação (Bresnahan, 2010). O conceito de GPTs tem aberto uma possibilidade de diálogo entre diversas correntes da economia, talvez um caso singular de diálogo intradisciplinar – textos como Atkeson e Keohe (2007) demonstrariam isso, ao conter entre as referências tanto o livro de Helpman (1998) como um artigo de Rosenberg (*On technological expectations*, publicado em *Inside the black box*). Aghion, Akcigit e Howitt (2014, p. 551) utilizam o conceito de GPT e trabalhos de C. Freeman e chegam até mesmo a mencionar os ciclos de Kondratiev – perguntando sobre o que causaria as oscilações relacionadas a eles.

26. “[...] aqui, assim como em Dosi (1982), usamos a noção de paradigma no sentido microtecnológico: por exemplo, o paradigma dos semicondutores, o paradigma do motor de combustão interna, etc. Isso é distinto da noção mais ‘macro’ de ‘paradigma tecnoeconômico’ usado por Perez (1985; 2010) e Freeman e Perez (1988), que é uma constelação de paradigmas em nosso sentido restrito: por exemplo, o paradigma tecnoeconômico da eletricidade, as TICs, etc. A última noção mais ampla se sobrepõe à ideia de ‘tecnologias de propósito geral’ de Bresnahan e Trajtenberg (1995)” (DOSI; NELSON, 2010, p. 66, tradução nossa).

A elaboração sobre as GPTs constitui um importante passo para o aprimoramento das investigações das revoluções tecnológicas ao ampliar o escopo das mudanças tecnológicas radicais e por preservar o destaque da elaboração anterior sobre a complementariedade entre várias tecnologias que emergem de forma combinada e interdependente. O foco nas GPTs, e sua emergência no final dos anos 1980 e início dos anos 1990 pode também ser expressão de um elemento empírico novo, não captável na elaboração mais ampla sobre as revoluções tecnológicas na abordagem das ondas longas: a multiplicação de fontes para inovações radicais, uma consequência da difusão, crescimento e sofisticação dos sistemas de inovação cria condições para uma aceleração da dinâmica inovativa. Essa multiplicação de fontes, que tem como subproduto um conjunto muito maior de possibilidade de feedbacks positivos entre diversas instituições em diversos países, pode expressar-se em um número maior de invenções com impactos revolucionários em setores específicos da economia. Ao invés de uma combinação entre duas invenções-chaves como as de Arkwright e Watt, separadas por quase uma década no final do século XVII, agora há uma multidão de inventores e trabalhadores dedicados à ciência e à tecnologia distribuídos em empresas, universidades, institutos de pesquisa, gerando uma multiplicidade de inovações. Essa pluralidade de fontes potenciais de inovações radicais, mudanças podem estar ocorrendo no antigo sequenciamento de revoluções tecnológicas, pois agora elas poderiam começar a surgir simultaneamente - GPTs temporalmente justapostos, mas espacialmente distantes, pois países e/ou setores diferentes na origem de inovações radicais podem vir a se desenvolver. Muitas delas são importantes, com impacto suficiente para gerar perturbações importantes na dinâmica do sistema: a elaboração das GPTs permite captar essa multiplicidade. O resultado mais geral da contribuição teórica dessa elaboração é oferecer um cenário mais turbulento da dinâmica econômica de longo prazo, com perturbações importantes no sistema mais frequentes do que as inicialmente percebidas por Kondratiev e Schumpeter.²⁷

27. Ribeiro *et al.* (2017a; 2017b), por meio da decomposição de uma série com a taxa de lucro para os Estados Unidos entre 1870 e 2011, encontram a superposição de um conjunto de ciclos na dinâmica de longo prazo da economia líder do capitalismo global no período analisado. Em termos da sua importância pela análise realizada, tem-se ciclos de 23 anos, 20 anos, 35 anos, um conjunto de ciclos menores e, com menos peso estatístico, um ciclo de 70 anos. O que quer se destacar dessa interpretação é a superposição de dinâmicas, importante para caracterizar o funcionamento da economia como um sistema complexo. Essa superposição, expressa na inexistência de um ciclo único, mas na combinação de diversos ciclos de duração distinta, parece ser decorrente da introdução simultânea de diversas inovações tecnológicas de impactos diferenciados.

4. REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E A ABERTURA DE NOVAS FASES DO CAPITALISMO

4.1 Sistematização de cinco revoluções tecnológicas

A investigação da dinâmica econômica com foco nas revoluções tecnológicas que a moldam permite a formulação de um painel histórico para a identificação de diferentes fases do capitalismo.

A Tabela 1, preparada por Perez (2010), é uma das possibilidades de sistematização, e sintetiza tabelas mais detalhadas apresentadas por Freeman e Perez (1988, p. 50-56) e por Freeman e Soete (2008 p. 65-70).

Tabela 1 - Cinco revoluções tecnológicas				
Revolução tecnológica	Nome popular para o período	Big Bang inicial	Ano	País líder
Primeira	Revolução Industrial	Moinho de Arkwright é aberto em Cromford	1771	Grã-Bretanha
Segunda	Era do Vapor e das Ferrovias	Teste do Rocket, Locomotiva a Vapor na Ferrovia Liverpool, Manchester	1829	Grã-Bretanha (espalhando para Europa e EUA)
Terceira	Era do Aço, da Eletricidade e da Engenharia Pesada	Carnegie Bessemer, Fábrica de Aço é inaugurada em Pittsburgh, PA	1875	EUA e Alemanha avançam para a fronteira tecnológica, ultrapassando a Grã-Bretanha
Quarta	Era do Petróleo, do Automóvel e da Produção em Massa	Primeiro Modelo-T sai do papel na Ford em	1908	EUA (disputando com a Alemanha a liderança tecnológica mundial), posterior difusão para Europa
Quinta	Era da Informação e da Telecomunicação	Microprocessador da Intel é anunciado em Santa Clara, CA	1971	EUA (posterior difusão para Europa e Ásia)

Fonte: Perez (2010, p. 190).

Esse esquema é didático para explicitar a contribuição da abordagem neo-schumpeteriana para a sistematização de diferentes fases do capitalismo.

4.2 A fase atual: a www como novo big bang²⁸

A invenção da www em 1991 é uma forte candidata à posição de uma inovação radical, também uma GPT, que representa o big bang de uma nova fase - seria a sexta revolução tecnológica, para acompanhar o esquema das cinco revoluções sucessivas apresentado na Tabela 1.

A invenção da www é decorrência do estado de construção de sistemas de inovação nos países mais avançados e inclusive de elementos rudimentares de um emergente sistema internacional de inovação - a instituição na qual a www foi inventada é internacional, o *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN) (GILLIES; CAILLIAU, 2000, p. 48-51). Pressupostos para a invenção da www foram a existência de um conjunto de universidades com capacitação científica e tecnológica em diversas áreas, especialmente ciências da computação, a existência de firmas com produtos e departamentos de P&D capazes de atender a uma demanda em construção sobre redes e sobre conectividade, a existência de milhares de profissionais capazes de implementar o funcionamento da rede em construção e impulsionar o gigantesco processo com vários momentos de invenção coletiva descrito por Greenstein (2015, p. 23; 405).

Em termos de uma discussão alinhada com ciclos de vida da indústria (KLEPPER, 1997) e evolução industrial (MALERBA; ORSENIGO, 1996), a invenção da www dependeu de um conjunto amplo de inovações anteriores na indústria de computadores. Grosso modo, a www é resultado de uma ampla gama de novos produtos e processos gerados a partir da emergência da computação eletrônica, iniciada com o computador ENIAC em 1946 (MALERBA; ORSENIGO, 1996, p. 68), passando por diversas fases entre o início da indústria de computadores comercial (início anos 1950, com a entrada da Remington Rand e da IBM na nova indústria) e a era atual. Chandler (1997), por exemplo, lista quatro períodos distintos nessa evolução industrial: transição da produção com finalidade militar para a produção comercial; o domínio do sistema IBM 360; a revolução do microcomputador e uma “possível era” de redes multicomputadores (p. 38-40). Chandler (2001, p. 168) acrescenta em seu capítulo sobre a revolução do microprocessador uma seção sobre “*software: networking*”, na qual descreve a invenção da www (p. 173). A combinação entre diferentes GPTs que se superpõem pode ser identificada na combinação nas mudanças na indústria de computadores com as mudanças na indústria de semicondutores (MALERBA; ORSENIGO, 1996, p. 74-76).

28. Esta subseção e a próxima seção estão baseadas em Albuquerque (2019).

A partir da difusão do uso de computadores ao longo das diversas fases descritas por Chandler Junior emerge uma sistemática preocupação e demanda sobre como conectar diferentes computadores e seus usuários. O conjunto desse processo está descrito por Greenstein (2015), com três fases iniciais. Primeiro o projeto de operar computadores em rede foi apoiado pela DARPA (p. 22-27): “[t]he internet developed slowly throughout the 1970s and the 1980s and accumulated capabilities overtime from an enormous number of contributors” (p. 23).²⁹ Segundo Greenstein, cinco grupos diferentes tiveram um papel importante: *Department of Defense* (DoD), *National Science Foundation* (NSF), programadores/desenvolvedores/inventores, administradores e usuários de aplicações (*application users*) (p. 23-24). Posteriormente, houve uma era com a rede sob a administração da NSF (p. 27-30). Finalmente, uma era que se inicia com a privatização do backbone da internet (a partir de 1995) (p. 32).

É nesse contexto que, entre 1989 e 1991, um cientista da computação institucionalmente localizado no CERN, Tim Berners-Lee, desenvolve o software que sustenta a http e a www (GREENSTEIN, 2015, p. 102-104).³⁰ A invenção da www permite uma utilização da internet muito mais intensa e mais ampla, uma pré-condição para a transformação comercial da internet - entre 1991 e 2018, o número de websites passou de 1 para 1,5 bilhões (possivelmente 200 milhões ativos hoje, segundo o site <http://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/>).

A invenção da www tem características de uma inovação radical na origem de um big bang de uma nova revolução tecnológica pelo enorme impacto causado nos inúmeros setores da atividade econômica. O crescimento da rede em si exige novos tipos de computadores - servidores, roteadores -, a ampliação do tráfego na rede multiplica possibilidades de usos e de invenções, novas mercadorias e novas firmas surgem para atender novas demandas.

O crescimento do número de websites viabilizados pela www criou um problema novo: como encontrar na rede em expansão, que rapidamente assumiria proporções gigantescas, as informações específicas procuradas por usuários individuais ou corporativos? Essa necessidade levou a outra invenção importante - o browser Mosaic, inventado em 1992 na Universidade de Illinois (GREENSTEIN, 2015, p. 97). A invenção e difusão da www amplia consideravelmente as possibilidades de uso por consumidores não especialistas (p. 223), a invenção dos browsers abre um mercado de acesso à internet (p. 143) e ilustra a possibilidade de criação de valor (p. 179).

29. “A internet se desenvolveu lentamente ao longo das décadas de 1970 e 1980 e ao longo do tempo acumulou capacitações de um enorme número de colaboradores” (GREENSTEIN, 2015, p. 23, tradução nossa)

30. Ver também <https://home.cern/science/computing/birth-web>.

Greenstein (2015, p. 163) identifica a origem da web comercial na IPO da Netscape - em 9 de agosto de 1995. A cadeia de eventos se acelera, com uma nova empresa (Netscape), mudança de estratégia de duas empresas estabelecidas - Microsoft reconhece o potencial econômico da internet (p. 304) e a IBM inicia uma reconfiguração para se ajustar à internet (p. 277). A bolha da dot.com é associada por Greenstein a essas promessas (p. 335-364) e alimenta muita experimentação e criação de empresas. Entre as empresas novas que recebem apoio de venture capital está a Google, empresa criada a partir de um algoritmo para buscas em um www que, naquele ano, em 1998, tinha cerca de 2 milhões de websites - uma empresa que focaliza na nova mercadoria criada nessa nova era: buscas na internet.

A estrutura da mercadoria básica na era da www - a busca - custeada por gastos de propaganda estabelece uma dinâmica também específica para empresas detentoras de mecanismos de busca (*search engines*), pois conforme avalia o *The Economist* (30/06/2018, p. 6), “[t]hat choice meant that they have to collect ever more data about their users. The more information they have, the better they can target their ads and more they can charge for them”. As implicações dessa dinâmica são enormes, pois “Facebook may have started as a social network, Google as a search engine, Microsoft as a maker of operating systems and other software. But today they all deal in data, not least to target advertisements” (p. 10).³¹

A expansão da www associa-se com uma enorme ampliação no uso de computadores (desktops e notebooks): 1 bilhão em 2008, 2 bilhões em 2015.³² Inovações paralelas com o desenvolvimento de smartphones abriu outra área de expansão da www, com a inclusão de 3 bilhões de aparelhos em 2018.³³

Um enorme desenvolvimento da infraestrutura de informação, pressuposto e consequência da emergência da www, reorganiza o conjunto da economia mundial, talvez ilustrada de forma bastante didática pelo número total de usuários da www - 3,9 bilhões -³⁴ e pelo total de buscas na www - apenas a Google em 2012 realizava 100 bilhões de buscas por mês, totalizando 1,2 trilhão naquele ano.³⁵

O resultado da invenção da www e da cadeia de eventos - inovações comple-

31. “Essa escolha significa que eles precisam coletar cada vez mais dados sobre seus usuários. Quanto mais informações eles tiverem, melhor poderão segmentar seus anúncios e mais poderão cobrar por eles.” [...] Facebook pode ter começado como uma rede social, Google como um mecanismo de pesquisa, Microsoft como fabricante de sistemas operacionais e outros softwares. Hoje, porém, todos eles lidam com dados, principalmente para direcionar anúncios” (THE ECONOMIST, 2018, p. 10, tradução nossa).

32. <http://www.worldometers.info/computers/>

33. <https://venturebeat.com/2018/09/11/newzoo-smartphone-users-will-top-3-billion-in-2018-hit-3-8-billion-by-2021/>.

Em 2018 o tráfego nos websites através de smartphones alcançou 52,2% do total (<https://www.statista.com/statistics/241462/global-mobile-phone-website-traffic-share/>).

34. <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>

35. <http://www.internetlivestats.com/google-search-statistics/>

mentares, efeitos para frente e para trás nas cadeias industriais e econômicas – por ela desencadeada é o estabelecimento de uma nova estrutura na economia mundial, uma nova camada para o processo econômico, um novo continente, digital, para a acumulação de capital – ocupado por empresas líderes em capitalização de mercado (KAHLE; STULTZ, 2017, p. 74, dados para 2015).

5. A WWW E UMA NOVA GERAÇÃO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES

A criação, crescimento e consolidação da www como uma nova estrutura no sistema complexo que é o capitalismo global passa a ser fonte de novas mudanças, de novas tecnologias e mesmo de novas áreas da ciência.

A emergência e consolidação da www potencializa a estrutura de P&D acumulada anteriormente. A dimensão dos recursos envolvidos em ciência e tecnologia globalmente é um resultado de décadas de construção de sistemas de inovação no mundo. Em 2010, segundo cálculos a partir de dados no site do Banco Mundial, o total de pessoas envolvidas com P&D alcançava 8,97 milhões, para um total de gastos em P&D (para 2014) de US\$ 1,8 trilhão (para um PMB de US\$ 105,76 trilhões, ambos pelo critério PPC), segundo a R&D Magazine. Globalmente foram publicados 2,199 milhões de artigos na Web of Science em 2013 e depositadas 2,888 milhões de patentes (WIPO, 2016, p. 7). Há uma multiplicação das fontes de inovação, derivadas do crescimento dos diversos sistemas de inovação em construção, captado por um conjunto de dados da WIPO (2016, p. 8): a China em 2015 foi a maior depositante mundial de patentes, de marcas e de designs. Essa massa de recursos disponíveis para a inovação, agora articulados globalmente pela www – articulação que chega a impactar os diversos sistemas de inovação com a emergência de rudimentos de um sistema internacional (RIBEIRO et al., 2018) – impulsiona a dinâmica do progresso tecnológico de forma nova.

5.1 Uma lista de tecnologias que podem virar GPTs

Há uma dinâmica específica que associa as empresas na www, usos iniciais de informação, acumulação de dados e novos usos potenciais. A revista *The Economist* chega a sugerir a emergência de uma nova economia baseada em dados (THE ECONOMIST, 2017, p. 3), o que pode ser algo impressionista no geral, mas uma indicação de uma nova característica da economia que merece ser analisada entre novas mudanças. Essa mesma matéria sugere uma dinâmica iniciada com inovações necessárias para geração de valor na www que provocam investimentos em inteligência artificial. Segundo a *The Economist*:

36. Deve ser adicionado aqui o total de desenvolvedores de aplicativos, uma nova fonte de inovações de produtos que se multiplicou com a ampliação e consolidação da www e suas inovações complementares.

[...] the value of data is increasing. Facebook and Google used the data they collected from users to target advertising better. But in recent years they have discovered that data can be turned into any number of artificial-intelligence (AI) or “cognitive” services, some of which will generate new sources of revenue. -³⁷⁻³⁸

Nessa mesma linha, explorando a conexão entre o desenvolvimento da *www* e inovações posteriores, a *www* está relacionada com uma explosão de dados disponíveis, fortalecendo áreas como *big data*, que articuladas com novas capacidades de processamento levam a novas possibilidades de avanços em inteligência artificial e *machine learning* - um exemplo desta interconexão está no processo de avanços nos algoritmos de tradução de textos, em uma competição que envolve empresas como a Google e a Baidu (LEWIS-KRAUS, 2016).³⁹ Em relação à robótica, o interesse da Amazon foi explicitado pela aquisição da Kiva Systems, em 2012 (AUTOR, 2015, p. 24), assim como o envolvimento da Google com carros sem motorista.

A relação entre o desenvolvimento da robótica e outros setores é exemplificado por Ford (2015, p. 4-5; 105), que mostra como um aparelho para um jogo desenvolvido pela Microsoft (Kinect, um “motion sensing input device”) foi apropriado por pesquisadores em universidades e por inventores individuais para dotar robôs de visão tridimensional. Esse tipo de articulação combinando inovações de várias áreas é um dos pontos fortes dos capítulos iniciais de Ford (2015), que enfatiza como essas articulações estariam por trás de uma dinâmica de crescimento exponencial da capacidade dos robôs. Entre outras combinações, Ford menciona *big data* e *machine learning* (p. 86).

É nesse contexto que a emergência de novas tecnologias pós-*www* pode ser analisada. A OECD (2016, p. 79) sumariza uma lista de 40 tecnologias potenciais e chaves que poderão desenvolver-se nos próximos anos. Nessa lista, inteligência artificial, *big data*, e robótica estão mencionadas, estabelecendo assim um vínculo entre a consolidação da *www* e novas tecnologias potenciais.

A OECD (2016, p. 77-112) divide as 40 tecnologias em quatro áreas distintas: digital, biotecnologia, energia + meio ambiente e novos materiais. Na área digital - por definição um subproduto da *www* - constam tecnologias emergentes

37. “[...] o valor dos dados está aumentando. O Facebook e o Google usaram os dados que coletaram dos usuários para direcionar melhor a publicidade. Mas, nos últimos anos, eles descobriram que os dados podem ser transformados em vários serviços de inteligência artificial (IA) ou ‘cognitivos’, alguns dos quais gerarão novas fontes de receita” (THE ECONOMIST, 2017, p. 3, tradução nossa).

38. Há uma sugestão de fases na história das empresas como Google, de acordo com a The Economist (2017), que demarca entre o início da busca online e o novo mundo da inteligência artificial.

39. Para uma avaliação da semelhança da origem da Google e da Baidu, ver Greenstein (2015, p. 369).

como inteligência artificial, internet das coisas (IoT), análise de *big data*, computação quântica, robótica, *grid computing*, computação em nuvem e *blockchain*. Na área de biotecnologias, bioimagens, biosensores e biochips, bioinformática, tecnologias de monitoramento de saúde, células tronco, neurotecnologias. Na área de energia + meio ambiente, agricultura de precisão, energia fotovoltaica, energia eólica, tecnologias de captura de carbono, micro e nanosatélites, *smart grids*. E, finalmente, na área de materiais avançados, nanomateriais, nanoaparatos, manufatura aditiva, nanotubos de carbono e grafenos.⁴⁰

Uma das empresas mais importantes da era tecnológica aberta com o *big bang* da *www*, a Google, tem utilizado os lucros extraordinários derivados de sua liderança tecnológica para entrar em novos setores e investir em diversas tecnologias emergentes. Um artigo publicado recentemente (ARUTE *et al.*, 2019) apresenta um importante resultado obtido sob a liderança de pesquisadores da Google AI Quantum sobre a computação quântica, uma das áreas listadas pela OECD (2016, p. 79). Arute *et al.* (2019, p. 510) concluem sugerindo que “[a]s a result of these developments, quantum computing is transitioning from a research topic to a technology that unlocks new computational capabilities”.⁴¹ Caso essa sugestão esteja correta, essa tecnologia pode ser uma GPT de peso bastante distinto das demais – uma conjectura para ser avaliada nas próximas décadas.

Esse conjunto de tecnologias emergentes e potenciais, com pesquisadores e envolvidos em P&D conectados pela *www* e em um contexto de um rudimentar sistema internacional de inovação emergente, pode estabelecer uma característica específica da nova fase: uma explosiva combinação de GPTs. Na medida em que uma tecnologia central – a *www* – articula uma estrutura nova no sistema por meio da qual diversos esforços se somam e se complementam, combinações de GPTs podem se ampliar significativamente.

5.2 Uma nota metodológica: revoluções tecnológicas e a criação e destruição de ocupações

O Relatório do Banco Mundial (WORLD BANK, 2019b) organiza uma resenha de estudos disponíveis sobre o impacto das tecnologias emergentes, em especial as

40. Essa formulação da OECD (2016) contextualiza a proposta de Schwab (2016), que se refere apenas a um conjunto limitado de inovações e tecnologias que têm o potencial de desenvolvimento e difusão nos próximos anos.

41. “Como resultado desses desenvolvimentos, a computação quântica está passando de um tópico de pesquisa para uma tecnologia que libera novos recursos computacionais” (ARUTE *et al.*, 2019, p. 510, tradução nossa).

promessas de uma nova onda de automação baseada em combinações de robótica, inteligência artificial e machine learning, para concluir que “[t]he wide range of predictions illustrates the difficulty of estimating technology’s impact on jobs” (p. 22).⁴² No caso dos Estados Unidos, por exemplo, as previsões sobre o total de empregos sob risco de automação variam entre 7% e 47% (p. 22). O grau de incerteza quanto ao desenvolvimento das próprias tecnologias deve ser pesquisado. Entre pesquisadores de ponta na área de inteligência artificial, a chegada ao estágio da *general artificial intelligence* é objeto de enorme discrepância, segundo Ford (2018, p. 528). Entre 23 pesquisadores consultados, a média das respostas indica tal realização em 81 anos, com previsões que oscilam entre 11 anos e 182 anos. Essas estimativas, de economistas e de pesquisadores da inteligência artificial, ilustram o alerta de Rosenberg (1996) quanto à dimensão da incerteza em relação ao futuro de tecnologias: a ignorância seria o termo mais adequado.

A única certeza, mostram as seções anteriores, é a permanente revolução da base técnica na dinâmica capitalista. Essa dinâmica tem talvez mais dificuldades de previsão, porque ela envolve não apenas o elemento destrutivo das novas tecnologias, mas a necessidade de apreender as novas ocupações, indústrias, setores que emergem. Afinal, como Schumpeter sintetizou, trata-se de um processo de destruição criadora.

Os vários relatórios sobre os impactos da automação sobre os empregos tendem a tomar como dada, a destruição de ocupações e aparentemente invertem o esquema das revoluções tecnológicas (MGI, 2017, p. 90) – primeiro, ocupações são destruídas, depois nova demanda por trabalho é criada.

Seria importante discutir essa relação intertemporal, explicitando que em primeiro lugar vem a criação de novas indústrias, novos produtos, novos processos e depois, como consequência, a destruição de ocupações afetadas por essas inovações. Não custa revisitar a elaboração de Schumpeter (1984, p. 83), que sublinha essa dinâmica: “[t]he fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new consumers’ goods, the new methods of production or transportation, the new markets, the new forms of industrial organization that capitalist enterprise creates”.⁴³ Portanto, para a nossa investigação, o primeiro passo consiste na investigação desse conjunto

42. “A ampla gama de previsões ilustra a dificuldade de estimar o impacto da tecnologia nos empregos” (WORLD BANK, 2019b, p. 22, tradução nossa).

43. “O impulso fundamental que aciona e mantém o motor do capitalismo provém dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial criados pela empresa capitalista” (SCHUMPETER, 1984, p. 83, tradução nossa).

de inovações que transformam a dinâmica do sistema econômico.

Nos vários documentos que avaliam os impactos potenciais das tecnologias emergentes há várias referências à redução do peso do trabalho no campo nos Estados Unidos ao longo do século XIX e no início do século XX. Uma formulação representativa é apresentada no relatório da McKinsey:

In fact, the large-scale shifts in employment that automation will enable are of a similar order of magnitude to the long-term technology-enabled shift in the developed countries' workforces away from agriculture in the 20th century. That movement did not result in long-term mass unemployment because it was accompanied by the creation of new types of work not foreseen at the time (MGI, 2017, p. 87).⁴⁴

Esse movimento está descrito em Wyatt e Hecker (2006, p. 55): *"The two occupation groups of farmers (including farm managers) and farm laborers (including foremen) combined declined 96 percent as a proportion of total employment between 1910 and 2000, from 33 percent to 1.2 percent"*.⁴⁵ O que estava na base dessa movimentação, segundo Wyatt e Hecker?

Farm mechanization, most notably the replacement of horses and mules with gasoline-powered tractors of growing power and efficiency, greatly increased farm workers' productivity. So did improved fertilizers and pesticides, higher yield varieties of plants and breeds of animals, improved irrigation practices, more efficient farm management, and farm consolidation. Near the end of the century, genetically modified crops increased yields, reduced pesticide usage, and increased resistance to many pests and fungi (p. 55).⁴⁶

Trabalho humano em outros (então novos) setores deslocando o trabalho em setores estabelecidos.

44. "De fato, as mudanças de larga escala no emprego que a automação permitirá são de uma ordem de magnitude semelhante à mudança de longo prazo da impulsionada pela tecnologia no século XX que retirou da agricultura a força de trabalho dos países desenvolvidos. Esse movimento não resultou em desemprego em massa a longo prazo, porque foi acompanhado pela criação de novos tipos de trabalho ainda não previstos na época" (MGI, 2017, p. 87, tradução nossa).

45. "Os dois grupos de ocupação de agricultores (incluindo gerentes agrícolas) e trabalhadores agrícolas (incluindo capatazes) combinados caíram 96% como proporção do emprego total entre 1910 e 2000, de 33% para 1,2%" (WYATT; HECKER, 2006, p. 55, tradução nossa).

46. "A mecanização agrícola, principalmente a substituição de cavalos e mulas por tratores movidos a gasolina, com crescente potência e eficiência, aumentou consideravelmente a produtividade dos trabalhadores agrícolas. O mesmo aconteceu com fertilizantes e pesticidas melhorados, variedades de maior rendimento de plantas e raças de animais, práticas de irrigação aprimoradas, gerenciamento mais eficiente de fazendas e consolidação rural. Perto do final do século, as culturas geneticamente modificadas aumentaram a produtividade, reduziram o uso de pesticidas e aumentaram a resistência a muitas pragas e fungos" (WYATT; HECKER, 2006, p. 55, tradução nossa).

Gordon (2016, p. 261-266) mostra como o trabalho na agricultura se transformou em função de inovações técnicas - colhedeira mecânica, transição da energia equina para o motor a combustão, tratores, etc. -, que precederam as mudanças na composição da força de trabalho na agricultura dos Estados Unidos - o estudo de empresas como McCormick Harvesting Machine Company contribui para a compreensão das causas industriais e tecnológicas do movimento de redução do total do emprego na agricultura, simultâneo à expansão de novas indústrias e novos serviços.

Há assim, um movimento em diversas dimensões, iniciado pela criação de novos produtos e/ou novos métodos de produção, que criam novas ocupações e novos postos de trabalho, movimento seguido pelo impacto desses novos produtos e/ou processos em setores estabelecidos, com sua transformação subsequente, a qual libera mão de obra que pode ser deslocada para esses novos setores ou para novas ocupações, possivelmente dependendo de esforços de educação e retreinamento - tarefas para o sistema educacional em geral e da educação técnica em especial.

Wyatt e Hecker (2006, p. 42) apresentam um exemplo mais recente, relativo à emergência da computação eletrônica, indicando o que significou a expansão de novas ocupações resultantes da emergência de novas ocupações:

Computer specialists grew 95 times as a proportion of total employment between 1960 and 2000, from 0.02 percent to 1.92 percent. Employment grew from 12,000 to 2,496,000. The rapid development of computer technology - both more advanced hardware and software and the growth of networks, including the internet - plus sharply falling computer prices led to the spread of computer use to almost all areas of the economy.⁴⁷

Desde o ponto de vista de estudos de economia industrial, há inúmeros movimentos relacionados à gênese e desenvolvimento da indústria de computadores (MALERBA; ORSENIGO, 1996; CHANDLER JUNIOR, 1997), que se relacionam com novas áreas de pesquisas em universidades, novas firmas ou diver-

47. “Os especialistas em informática cresceram 95 vezes como proporção do emprego total entre 1960 e 2000, de 0,02% para 1,92%. O emprego cresceu de 12.000 para 2.496.000. O rápido desenvolvimento da tecnologia de computadores - tanto hardware e software mais avançados quanto o crescimento de redes, incluindo a internet - além da queda acentuada dos preços dos computadores levaram à disseminação do uso de computadores em quase todas as áreas da economia” (WYATT; HECKER, 2006, p. 42, tradução nossa).

sificação de firmas existentes, surgimento de novos cursos em todos os níveis (educação técnica, educação superior, pós-graduação) para apoiar as necessidades dessas novas empresas e desses novos setores. Em termos mais gerais, a literatura sobre ciclos de vida da indústria (KLEPPER, 1997) pode ser avaliada como fonte para a compreensão da emergência sistemática de novas indústrias (AGARWAL; GORT, 1996).

A literatura sobre a emergência de novas indústrias sugere uma dinâmica que envolve transformações industriais mais amplas, ao apresentar movimentos de integração e desintegração vertical – metamorfoses nas fronteiras das firmas – relacionados com o surgimento e desenvolvimento de produtores especializados de máquinas, componentes e materiais para essas novas indústrias –, uma dinâmica que pode ser captada a partir da conhecida taxonomia de Pavitt (1984) – fornecedores especializados se desenvolvem, contribuindo para alterar a estrutura de firmas estabelecidas, com movimentos ao longo do tempo que envolvem transferir para outras firmas a produção de certos estágios de seu processo produtivo (ver o caso da IBM e os computadores pessoais, analisado em Chandler Junior citado por Yoffie, 1997, e por Malerba e Orsenigo, 1996).

As observações metodológicas que compõem a problematização desenvolvida nesta seção podem ter implicações para a análise deste projeto de pesquisa. Porque esses complexos movimentos de criação de novos produtos, novas firmas, diversificação de firmas, metamorfoses nas fronteiras de firmas existentes, surgimento de empresas fornecedoras especializadas podem indicar impactos bem mais amplos do que os que parecem serem avaliados em relação às novas tecnologias emergentes e seus impactos sobre ocupações e empregos.

Por isso uma questão – estariam os autores como Berger e Frey (2015) captando todo o impacto na criação de novas ocupações desta forma? Globalmente? Esse ponto é importante, porque eles indicariam uma limitação nas novas tecnologias em termos da capacidade de criação de novas ocupações:

Yet, the magnitude of workers shifting into new industries is strikingly small: in 2010, only 0.5% of the US labour force is employed in industries that did not exist in 2000. Crucially, it is found that many new industries of the 2000s stem from the digital revolution, including online auctions, internet news publishers, social networking services and the video and audio streaming industry. Relative to major corporations of the early computer revolution, the companies leading the digital revolution have created few employment opportunities: while IBM and Dell still employed 431,212 and 108,800 workers respectively, Facebook's headcount reached only 7,185 in 2013. Because digital businesses require only limited capital investment, employment opportunities created by technological change may continue to stagnate as the US economy is becoming increasingly digitized. How firms and

individuals are responding to digital technologies becoming available is a line of enquiry that deserves further attention (BERGER; FREY, 2015, p. 8).⁴⁸

A pergunta seria: quais as implicações gerais da digitalização da economia? Quais setores são afetados direta e indiretamente? Talvez a pergunta mais importante: a construção de uma economia digitalizada exige uma vasta infraestrutura de computadores, servidores, satélites, etc.: quem está construindo isso? Onde? Em que países?

A criação de novos produtos, novos processos e inovações organizacionais antecede todas as demais movimentações. O que precisa ser avaliado, após a descrição do lado criativo deste processo, é o seu impacto e, entre outros, o impacto sobre antigos setores industriais, firmas estabelecidas e ocupações. O efeito pode ser de remodelamento completo - velhos setores se adaptam às novas tecnologias, velhas ocupações demandam novas habilidades - ou destrutivo - eliminação de setores, firmas e ocupações. A investigação da relação entre as dimensões criativas, reformuladoras e destrutivas das novas tecnologias é importante para definir o resultado final.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre a revolução industrial e o início do século XXI, um vasto conjunto de transformações estruturais teve lugar na economia capitalista global. Muitas delas foram em consequência das revoluções tecnológicas que se sucederam. O resultado final é uma economia global de estruturas e camadas que compõem um sistema complexo mais diversificado, com mais variedade e com uma composição institucional mais vasta do que a da economia que originou o *big bang* relativo à revolução industrial britânica.

48. No entanto, a magnitude da mudança de trabalhadores para novas indústrias é surpreendentemente pequena: em 2010, apenas 0,5% da força de trabalho dos EUA é empregada em indústrias que não existiam em 2000. Fundamentalmente, verificou-se que muitas novas indústrias da década de 2000 decorrem da revolução digital, incluindo leilões online, editoras de notícias da internet, serviços de redes sociais e o setor de streaming de vídeo e áudio. Em relação às grandes corporações do início da revolução dos computadores, as empresas que lideraram a revolução digital criaram poucas oportunidades de emprego: enquanto a IBM e a Dell ainda empregavam 431.212 e 108.800 trabalhadores, respectivamente, o número de funcionários do Facebook atingiu apenas 7.185 em 2013. Como as empresas digitais exigem apenas investimento de capital limitado, as oportunidades de emprego criadas pelas mudanças tecnológicas podem continuar estagnadas à medida que a economia dos EUA estiver se tornando cada vez mais digitalizada. A resposta de empresas e indivíduos às tecnologias digitais é uma linha de investigação que merece mais atenção (BERGER; FREY, 2015, p. 8, tradução nossa).

6.1 economia capitalista global, mudanças na dinâmica das revoluções tecnológicas e novos desafios

Três mudanças cruciais se destacam. Em primeiro lugar, o conjunto dos centros dinâmicos impulsionadores de mudanças tecnológicas cresceu. Para além da alternância entre os países hegemônicos, basicamente a substituição do Reino Unido pelos Estados Unidos a partir da Segunda Guerra Mundial, há um crescente conjunto de países com capacidade de gerar inovações radicais. Em segundo lugar, há a combinação de efeitos mais ou menos retardados de diferentes *big bangs*, GPTs e de sua superposição. Em terceiro lugar, o crescimento e a institucionalização dos sistemas de inovação, que já começam a ganhar uma dinâmica internacional.

O resultado dessas três mudanças combinadas é uma dinâmica tecnológica distinta daquela que inaugurou o sistema capitalista moderno. Dados os recursos atualmente investidos em atividades de ciência e tecnologia e o total de profissionais alocados nessas atividades, há uma aceleração na geração e difusão de novas tecnologias. Devido a essas múltiplas fontes e seu espalhamento geográfico, existem inúmeras possibilidades de superposição de GPTs e tecnologias emergentes, o que parece caracterizar o horizonte de mudanças tecnológicas nas próximas duas décadas.

Essa dinâmica de expansão de recursos, diversificação de fontes, aceleração e superposição de diversas tecnologias defronta-se com desafios, novos e velhos.

O primeiro é a superação da pobreza e da falta de acesso a todos esses importantes avanços gerados pela criatividade humana - um velho desafio, expresso infelizmente em crescentes níveis de desigualdade.

O segundo é a pressão das mudanças demográficas decorrentes da ampliação da expectativa de vida - a população mundial, especialmente nos países mais avançados, está vivendo vidas mais longas, uma consequência das revoluções tecnológicas que ampliaram a qualidade de vida - determina o surgimento de novas demandas no campo da atenção médica, de novos mercados de bens e serviços para populações mais longevas, reestruturação de sistemas de bem-estar social e determina uma pressão generalizada pela elevação da produtividade do trabalho - sendo esse um elemento central para responder a um novo cenário demográfico, dada a redução relativa da população em idade para trabalhar (MILLER, 2011).

O terceiro é a necessidade de enfrentar o desafio do aquecimento global, desafio decorrente da natureza de boa parte das tecnologias de paradigmas anteri-

ores, baseados no carvão e em combustíveis de natureza fóssil, que determinam a busca de uma transição para economias de baixo carbono (IPCC, 2014).⁴⁹ O desafio do aquecimento global recoloca em questão a própria definição de inovação, que não pode mais ser desvinculada de seu impacto ambiental. A eliminação dos elementos predatórios na dinâmica econômica deve ser uma prioridade para as atividades de ciência e tecnologia.

Esses três desafios estabelecem novas demandas sobre os sistemas de inovação, causa e consequência das revoluções tecnológicas e das GPTs. Essas novas demandas são apresentadas para uma enorme capacidade inovativa acumulada, pressionando por um processo de reorientação da direção do progresso tecnológico - tema para o qual Chris Freeman (1996) apresenta uma importante contribuição.

49. Uma forma de avaliar esse impacto é por meio das estatísticas de emissão de CO₂, legado de revoluções tecnológicas baseadas fortemente no consumo de carvão e petróleo. Segundo o *The Economist (Special report on Climate Change, 28/11/2015, p. 12)*, até agora foram emitidos um total de 2.000 gigatoneladas de CO₂, quando o limite para o aquecimento global não ultrapassar os 2°C seria de 3.200 gigatoneladas de CO₂ - algo que, mantidos os padrões tecnológicos atuais, seria alcançado em 30 anos.

CAPÍTULO

3

SCHUMPETER, OS NEOSCHUMPETERIANOS E AS INSTITUIÇÕES: Conceito e atuação numa economia dinâmica e globalizada

Ednilson Silva Felipe
Arlindo Villaschi Filho

INTRODUÇÃO

Não há dúvidas de que Joseph Alois Schumpeter tem sido considerado – ao lado de outros grandes economistas – um dos fundadores do pensamento evolucionário no âmbito da teoria econômica. Um dos traços marcantes e fundamentais das contribuições de Schumpeter é a negação da análise estática em que a economia deveria repousar sobre alguma zona de equilíbrio. Nega também o mercado como um mecanismo independente, coordenador em última instância da economia e, sobretudo, autocorretivo. Em suas análises, ao contrário disso, optou por uma perspectiva dinâmica e evolucionária e assumiu a incapacidade da economia de, por si e isoladamente, explicar as questões ligadas à evolução. Defendeu integrar à economia considerações trazidas da sociologia, da história e da ciência política como necessárias para o entendimento das formas e estágios de funcionamento pelos quais passa o sistema capitalista.

As questões em torno do papel do empreendedor, da inovação, da destruição criadora e dos ciclos econômicos também são temas que dominam as pesquisas sobre as contribuições schumpeterianas. Esses elementos, contudo, estão longe de esgotar as suas contribuições. Isso porque alguns aspectos do seu trabalho ainda permanecem pouco explorados e raramente discutidos. As importantes considerações que faz quanto às instituições, por exemplo, têm sido negligenciadas nas recentes discussões sobre os conceitos e papéis que estas cumprem numa economia.

É sabido que as instituições têm recebido crescente atenção dos economistas e de outros cientistas sociais nas últimas décadas, especialmente como objetos de investigação e fonte de explicação da dinâmica econômica, fazem-

do surgir escolas e correntes de pensamento econômico nesse campo de interesse. Continua havendo, entretanto, grandes controvérsias não somente quanto ao conceito, mas principalmente quanto ao papel que as instituições cumprem no desenvolvimento econômico. Dequech (2005) alertou que até então não havia um conceito cabal de instituições. Podemos dizer, mesmo depois de tanto tempo, que um conceito definitivo ainda espera para ser construído. O objetivo deste capítulo é apresentar algumas discussões sobre a visão de Schumpeter e dos neo-schumpeterianos quanto às instituições e seu papel no desenvolvimento econômico e nos diferentes estágios do capitalismo. Mais precisamente no estágio atual, em que o mercado se apresenta cada vez mais globalizado, reforçando o papel da inovação, do conhecimento, do aprendizado e das instituições como elementos centrais para se entender sua dinâmica.

O capítulo está dividido em três seções, além desta introdução e das considerações finais. Na seção 2, discute-se o papel das instituições nos escritos do próprio Schumpeter. Embora o autor não tenha se detido profundamente num conceito das instituições e nem mesmo tenha utilizado uma metodologia puramente institucional, pode-se intuir, a partir dos seus escritos, qual a sua percepção sobre as instituições e sua importância. Em princípio, por exemplo, depreende-se que Schumpeter assumiu o funcionamento básico das instituições capitalistas como formando o tecido sobre o qual operam as empresas em concorrência. Assim, a partir de suas obras principais, busca-se entender como funcionam, qual o papel e a interferência das instituições no que tange às mudanças econômicas e tecnológicas. Na seção 3, apresentam-se alguns elementos do pensamento neo-schumpeteriano, evidenciando como o desenvolvimento de novos conceitos e visões dessa escola estiveram sempre amparados por uma visão intrínseca das instituições. Contudo, há de se destacar que essa escola jamais desenhou um conceito próprio e único de instituições. Busca-se, assim, evidenciar como os neo-schumpeterianos, ao longo do tempo, trataram o conceito e o papel das instituições em suas análises.

Na seção 4, discute-se a convergência desses elementos, aplicando-os a uma realidade marcada pelos mercados globais. Levanta-se a discussão de que o atual estágio do capitalismo deve estar ligado, necessariamente, à fundação de novas instituições que deem conta do desafio de manter a lógica de um mercado organizado mesmo que ele se expanda e ganhe conotações globais.

1. PAPEL DAS INSTITUIÇÕES: UMA DISCUSSÃO A PARTIR DOS ESCRITOS DE SCHUMPETER

Para Schumpeter, dentro da abordagem dinâmica e evolucionária que defendia, as instituições cumprem um papel fundamental no funcionamento do sistema capitalista. Em sua visão, em um nível sistêmico, os diferentes elementos institucionais – cada um com sua lógica própria em nível microeconômico – se conectam e interagem de forma complexa e, em sua totalidade, fazem funcionar os mecanismos fundamentais que consolidam e impulsionam o capitalismo.

Schumpeter não demonstrou necessidade de fundar um conceito próprio de instituições, nem mesmo se debruçou a fim de aprofundar significativamente os conceitos que, à época, já circulavam nos debates que envolviam o tema. Assumiu um conceito em que as instituições moldam principalmente o comportamento dos agentes, mas que também abre possibilidade para entendê-las como organismos que formatam as relações econômicas:

By ‘institutions’ we mean in this course all the patterns of behavior into which individuals must fit under penalty of encountering organized resistance, and not only legal institutions (such as property or the contract) and the agencies for their production or enforcement. (SCHUMPETER, 1950A apud SWEDBERG, 1991, p. 438).¹

O capitalismo consiste, então, em um complexo de instituições – formais, informais e legais – formando um sistema cuja lógica e funcionamento permite adaptações, avanços e retrocessos. Essas instituições estão materializadas em elementos como motivação, estilos de vida, racionalidade, artes e ciências, no próprio Estado, na propriedade privada, no sistema financeiro e nos mecanismos de mercado, cujos estágios alcançados foram considerados por Schumpeter como pré-requisitos essenciais para terem trazido à existência o capitalismo. Dessa forma, as instituições foram – e continuam sendo – as responsáveis tanto pela emergência, legitimação e cristalização de certos tipos de comportamentos (coletivos ou individuais) quanto pela construção de ambientes necessários às práticas econômicas.

1. “Por ‘instituições’ entendemos, nesse sentido, todos os padrões de comportamento nos quais os indivíduos devem se enquadrar, sob pena de encontrar uma resistência organizada, e não apenas instituições legais (tais como a propriedade e os contratos) e agências para a sua produção ou que reforcem sua aplicação”. (SCHUMPETER, 1950A apud SWEDBERG, 1991, p. 438, tradução nossa).

Vale dizer que a existência histórica de certas instituições é condição necessária, mas não suficiente para fazer impulsionar a economia e dinamizar as atividades empreendedoras. Em primeiro lugar, foi necessário que elas se tornassem eficientes no sentido de engendrar nos agentes econômicos uma mentalidade, certo *ethos*, um determinado estilo de vida e uma ética econômica específica em que o lucro e o sucesso passassem a ser alvos fortemente perseguidos, legítimos e incentivados. Em segundo lugar, as instituições precisam ser ágeis no sentido de formar um ambiente organizado e serem elas, em última instância, coordenadoras do processo concorrencial e ainda permitir a ação planejada dos agentes econômicos, com mentalidade e comportamento formatados aos moldes capitalistas.

Em terceiro lugar, as instituições devem tanto impulsionar quanto dar suporte à expansão das atividades econômicas e do mercado, numa convergência de movimentos em que os estágios do capitalismo se conectem com os estágios institucionais, formando uma lógica de causas e consequências, cujo resultado é a eliminação de entraves à expansão dos mercados.

1.1 Instituições e a lógica capitalista do comportamento

Para Schumpeter, a essência do desenvolvimento não repousa na mudança tecnológica em si, mas na energia das ações humanas que coloca em marcha as diversas atividades econômicas e que se esforçam pela mudança, na busca pela inovação – e todos os seus requisitos –, ainda que esse processo seja permeado de incertezas. Por essa ótica, são as instituições que criam essa energia, formam e impulsionam tal motivação, tanto no nível individual (ligada a uma psicologia moldada pelos valores capitalistas) quanto social (ligada à ação e ao pensamento coletivo que o capitalismo impõe) e se materializa nos agentes econômicos desenhando objetivos centrais: vencer e conquistar. Nas palavras de Schumpeter:

Antes de tudo, há o sonho e o desejo de fundar um reino privado, e comumente, embora não necessariamente, também uma dinastia. O mundo moderno realmente não conhece nenhuma colocação desse tipo, mas o que pode ser alcançado pelo sucesso industrial ou comercial ainda é, para o homem moderno, a melhor maneira possível de se aproximar da nobreza medieval (SCHUMPETER, 1982, p. 98).

Ou ainda:

Ao contrário da classe dos senhores feudais, a burguesia comercial e industrial elevou-se à custa do êxito no campo dos negócios. A sociedade burguesa configurou-se em um molde puramente econômico: seus alicerces, vigas, etc., foram todos construídos de material

econômico. As faces do edifício se orientam para o lado econômico da vida. Recompensas e penalidades são oferecidas ou aplicadas em termos pecuniários. Elevar-se ou declinar na vida significa ganhar ou perder dinheiro. Ninguém pode negar que esta é a realidade (SCHUMPETER, 1984, p. 94).

A avidez pela construção desse reino individual perfaz toda a história do capitalismo mesmo que sua gênese remonte ao sistema anterior, o feudalismo. Para Schumpeter, a mudança do feudalismo para o capitalismo não muda tal avidez, mas lhe dá formas diferentes, que é específica em cada estágio capitalista.

[...] o novo capitalismo produziu não apenas a atitude mental da ciência moderna, que consiste em fazer certas perguntas e procurar respondê-las de certa maneira, mas também os homens e os meios. Ao subverter o meio feudal e perturbar a paz intelectual da casa senhorial e da aldeia (embora, evidentemente, sempre houvesse fartos motivos para discussões e desacordo entre os muros dos conventos), mas, especialmente, ao criar espaço social para um a nova classe que se fundamentava no êxito pessoal no campo econômico, atraiu, por outro lado, para esse campo, as vontades fortes e as mentes de boa têmpera (SCHUMPETER, 1984, p. 157).

Ou:

As promessas de riqueza ou ameaças da mais total pobreza ele as cumpre com inexorável rapidez. Em todos os pontos em que o sistema burguês de vida se afirma suficientemente para obscurecer os atrativos de outros sistemas sociais, estas promessas são bastante poderosas para atrair a grande maioria dos cérebros privilegiados e igualar o êxito social ao êxito nos negócios (SCHUMPETER, 1984, p. 94).

Para Schumpeter, entender como as instituições moldam os aspectos cognitivos do agente econômico é fundamental para explicar a natureza das suas ações, tanto individualmente quanto nas grandes corporações. Dessa forma, as instituições explicam os microfundamentos das atividades humanas a partir de uma mentalidade específica - não redutível às expectativas -, que faz com que o agente reúna forças para empreender, seja como empreendedor ou como firma organizada.

Por outro lado, a análise de Schumpeter pressupõe que os agentes econômicos e políticos possuem racionalidade limitada.

A suposição de que a conduta é rápida e racional é uma ficção em todas as situações. Mas prova ser suficientemente próxima à realidade, se as coisas tiverem tempo de fixar a lógica no homem. Onde isso tiver acontecido, e dentro dos limites em que tiver acontecido, é possível ficar contente com essa ficção e sobre ela construir teorias (SCHUMPETER, 1982, p. 87).

Então, as instituições não somente condicionam certos tipos de comportamentos e mentalidades, mas também complementam o *gap* de racionalidade, tornando possíveis as decisões sob incerteza.

A menor ação diária abrange um enorme esforço mental. Todo colegial precisaria ser um gigante mental, se ele próprio tivesse que criar, por meio de sua própria atividade individual, tudo o que sabe e usa. E todo homem precisaria ser um gigante de sabedoria e vontade se tivesse que criar de novo todas as normas com as quais guia sua conduta cotidiana em todos os casos. Isso é verdadeiro não apenas quanto às decisões e ações da vida individual e social, cujos princípios são o produto de dezenas de milhares de anos, mas também quanto aos produtos de períodos mais curtos e de uma natureza mais especial que constituem o instrumento particular para a execução de tarefas profissionais (SCHUMPETER, 1982, p. 91-92).

Na análise baseada em um regime estacionário - o fluxo circular - usado por Schumpeter na parte inicial de *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, esse problema é menos evidente.

Enquanto no fluxo circular habitual todo indivíduo pode agir pronta e racionalmente, porque está seguro do terreno em que pisa e se apoia na conduta ajustada a esse fluxo circular por parte de todos os outros indivíduos, que por sua vez esperam dele a atividade habitual (SCHUMPETER, 1982, p. 80).

Porém, considerando a atividade inovativa, que causa distúrbios e desequilíbrios, passa-se a exigir ações fora desses hábitos e, portanto, fora do que é institucionalmente convencional.

Fora desses canais habituais o indivíduo está desprovido dos dados para as suas decisões e das regras de conduta que em geral são conhecidos por ele de modo muito acurado dentro deles (SCHUMPETER, 1982, p. 80).

E ainda:

No peito de quem deseja fazer algo novo, as forças do hábito se levantam e testemunham contra o projeto em embrião. É, portanto necessária uma força de vontade nova e de outra espécie para arrancar, dentre o trabalho e a lida com as ocupações diárias, oportunidade e tempo para conceber e elaborar a combinação nova e resolver olhá-la como uma possibilidade real e não meramente como um sonho. Essa liberdade mental pressupõe um grande excedente de força sobre a demanda cotidiana e é algo peculiar e raro por natureza (SCHUMPETER, 1982, p. 93).

Em *Business Cycles*, Schumpeter também é claro quanto a isso:

What we are doing amounts to this: we do not attack traditional theory, Walrasian or Marshallian, on its own ground. In particular, we do not take offense at its fundamental assumptions about business behavior - at the picture of prompt recognition of the data of a situation and of rational action in response to them. We know, of course, that these assumptions are very far from reality but we hold that the logical schema of that theory is yet right "in principle" and that deviations from it can be adequately taken care of by introducing friction, lags, and so on, and that they are, in fact, being taken care of, with increasing success, by recent work developing from the traditional bases. We also hold,

however, that this model covers less ground than is commonly supposed and that the whole economic process cannot be adequately described by it or in terms of (secondary) deviations from it. (SCHUMPETER, 1989, p. 95).²

Já em *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, o ambiente considerado por Schumpeter - permeado por transações econômicas e eventos políticos - é extremamente complexo, e há um impedimento natural de que os indivíduos ajam de forma plenamente racional e consciente. Nesse caso, as atividades inovativas expandem a necessidade de uma *racionalidade consciente* (e um plano racional), necessária para o sucesso. Porém, dado que nenhum indivíduo pode agir de forma racional *stricto sensu*, os resultados finais de seu empreendimento são, em parte, condicionados pelas instituições vigentes. A atividade inovativa é, então, um comportamento extrarracional do ponto de vista da habitualidade e da institucionalidade instalada.

Mas em sua visão, os agentes econômicos possuem diferentes graus de *racionalidade consciente*: para a prática racional em determinada área de domínio e atuação, será necessário complementar essa racionalidade com competências e conhecimentos. Quando a competência exigida é muito elevada - que é o caso das atividades voltadas para a inovação -, a racionalidade deve ser associada a uma determinada resposta criativa.

1.2 Instituições, inovações e mercado organizado

Para Schumpeter, o papel das instituições vai além de formar certas mentalidades e fomentar certas energias que colocam em marcha o processo inovativo e capitalista. Além disso, as instituições formam o ambiente sobre o qual as ações humanas, motivadas por essas energias e mentalidades, devem ocorrer.

2. “O que estamos fazendo equivale a isso: não atacamos a teoria tradicional, walrasiana ou marshalliana, em seu próprio terreno. Em particular, não nos ofendemos com suas suposições fundamentais sobre o comportamento dos negócios - na figura da racionalidade imediata em relação aos dados da ação racional em resposta a eles. Sabemos, é claro, que essas suposições estão muito longe da realidade, mas assumimos que o esquema lógico dessa teoria ainda está correto “em princípio” e que os desvios dela podem ser adequadamente resolvidos através da introdução de atritos, defasagens e assim por diante e que, de fato, estão sendo atendidos, com crescente sucesso, por trabalhos recentes desenvolvidos a partir das bases tradicionais. Também sustentamos, no entanto, que este modelo cobre menos terreno do que se supõe e que todo o processo econômico não pode ser adequadamente descrito por ele ou em termos de desvios (secundários) dele” (SCHUMPETER, 1989, p. 95, tradução nossa).

[...] economic analysis deals with the questions how people behave at any time and what the economic effects are they produce by so behaving; economic sociology deals with the question how they came to behave as they do. If we define human behavior widely enough so that it includes not only actions and motives and propensities but also the social institutions that are relevant to economic behavior such as government, property inheritance, contract, and so on, that phrase really tells us what we need. (SCHUMPETER, 1954, p. 47-48).³

Schumpeter levava em conta um ambiente institucional específico, sobre o qual os agentes econômicos agiam: presença do Estado capitalista, propriedade privada consolidada, divisão do trabalho desenvolvida, sistema bancário e livre competição. Tais elementos institucionais, em sua abordagem, cumprem papéis essenciais. É sobre esse *establishment* institucional que pode repousar as estratégias das grandes corporações e também do agente inovador. É a aderência entre um ambiente econômico configurado dessa forma (caracterizado em sua totalidade como um mercado organizado) e a mentalidade capitalista (que impele os agentes a inovar) que forma a mais forte engrenagem do progresso econômico, embora jamais prescindia da incerteza. Essas instituições e seus resultados apresentam características muito peculiares em cada momento do sistema capitalista.

Our model and its working is strongly institutional in character. It presupposes the presence, not only of the general features of capitalist society, but also of several others which we hold to be actually verified but which are not logically implied in the concepts either of economic action or of capitalism. (SCHUMPETER, 1989, p. 149).⁴

Quanto à propriedade privada, a própria definição de capitalismo dada por Schumpeter deixa evidente a sua importância: “Capitalismo é aquela forma de economia da propriedade privada na qual as inovações são realizadas por meio do crédito” (SCHUMPETER, 1989, p. 216). Mais ainda:

3. “A análise econômica lida com as questões de como as pessoas se comportam em qualquer momento e quais os efeitos econômicos que elas produzem ao se comportarem dessa maneira; a sociologia econômica lida com a questão de como eles passaram a ser comportar dessa maneira. Se definirmos o comportamento humano de maneira ampla o suficiente para incluir não apenas ações, motivos e propensões, mas também instituições sociais relevantes para o comportamento econômico, como governo, herança, contrato etc., essa frase realmente nos diz do que precisamos” (SCHUMPETER, 1954, p. 47-48, tradução nossa).

4. “Nosso modelo tem um caráter fortemente institucional em seu funcionamento. Pressupõe a presença, não apenas das características gerais da sociedade capitalista, mas também de várias outras que consideramos atualmente verificadas, mas que não estão logicamente implícitas nos conceitos de ação econômica ou de capitalismo” (SCHUMPETER, 1989, p. 149, tradução nossa).

We assume not only private property and private initiative but a definite type of both; not only money, banks, and banking credit but also a certain attitude, moral code, business tradition, and “usage” of the banking community (SCHUMPETER, 1989, p. 225).⁵

E, acima, de tudo, continua Schumpeter, um espírito da burguesia industrial, um código de conduta e uma certa tradição no mundo dos negócios.

É claro, então, que o sistema de direitos de propriedade privada desempenha um papel fundamental, uma vez que é essa institucionalidade que organiza a relação das empresas com a inovação. O próprio processo concorrencial e a busca pelo monopólio - ainda que temporário - repousam e funcionam baseados na segurança da propriedade privada, resguardada por um Estado capitalista que define e regula o cumprimento das normas pelos agentes econômicos.

Já em relação ao crédito, Schumpeter afirma que a máquina capitalista é por ele alimentada. Cada novo empreendimento requer financiamento, quer seja por meio de empréstimos ou de fundos com tal objetivo. A questão é que nem sempre os agentes econômicos (indivíduos ou empresas) detentores das novas ideias e mais aptos para o mercado são os que possuem fundos e condições de se financiar.

Sem crédito, o sistema econômico renderia tão pouco que seria como se não houvesse inovação. Na ideia de Schumpeter a criação de crédito é o complemento monetário da inovação (SCHUMPETER, 1989).

Nesse sentido, Schumpeter argumenta que os dispositivos institucionais, legais e de financiamento precisam ser orientados no mesmo sentido na direção das inovações. Considera ainda que o sistema financeiro é essencial para o surgimento e a consolidação das grandes corporações - outra engrenagem essencial para o capitalismo - e sua institucionalidade deve ser convergente com a lógica dos ciclos de negócios.

Vale dizer que essa institucionalidade, entretanto, é flexível e deve permitir certos tipos de comportamentos diferenciados ou “fora dos hábitos”, como aqueles envolvidos na inovação. As proposições schumpeterianas para o desenvolvimento lidam com a inovação como uma força descontínua e de ruptura. As novidades não partem dos padrões estabelecidos de funcionamento do sistema, mas, ao contrário, da disposição de certos agentes econômicos em “nadar contra a corrente”. As instituições devem permitir que isso aconteça.

5. “Assumimos não apenas propriedade e a iniciativa privada, mas um tipo específico de ambas; não apenas dinheiro, bancos e crédito bancário, mas também uma certa atitude, um código moral, uma tradição nos negócios e o uso do sistema bancário” (SCHUMPETER, 1989, p. 225, tradução nossa).

2. INSTITUIÇÕES E MUDANÇAS INSTITUCIONAIS: UMA VISÃO A PARTIR DOS PRINCIPAIS CONCEITOS NEO-SCHUMPETERIANOS

Uma teoria que pretenda explicar o funcionamento do capitalismo será sempre uma investigação dos mecanismos institucionais que o constituem e o potencializam. Schumpeter assumiu explicitamente que, para uma explicação do desenvolvimento, é necessária uma análise institucional da mudança econômica. Na mesma direção, os neo-schumpeterianos também incorporam a análise das instituições em um arcabouço evolucionário, como influenciando os movimentos de mudança estrutural do sistema econômico, marcado pela presença de complexidade e de criatividade.

Frutos do amadurecimento da escola neo-schumpeteriana, os conceitos que serão aqui abordados revelam uma considerável evolução teórica em termos de incorporação das instituições às proposições dessa escola de pensamento. Ademais, pretendem contemplar a construção de um arcabouço teórico que permita explicar as trajetórias de desenvolvimento, levando em consideração o regime de acumulação, o padrão tecnológico, sempre em conformação com o ambiente social, político, tecnológico e institucional em determinado período histórico.

2.1 Uma aproximação ao conceito e ao papel das Instituições nos neo-schumpeterianos

É inerente à teoria evolucionária neo-schumpeteriana uma menor abstração da realidade. Apresentando uma metodologia que preconiza uma estreita ligação com a história, considera que compreender os contextos social, econômico, tecnológico e institucional, sua evolução e diferentes formas de interação é de fundamental importância para a explicação das trajetórias de um sistema econômico (FREEMAN, 1995). É sobre essa complexidade histórica e institucional que a escola se tem debruçado, a fim de tornar possível o entendimento dos caminhos trilhados e das possíveis trajetórias à frente.

Em meio à complexidade, à diversidade e à multiplicidade de decisões e estratégias que marcam o ambiente econômico, é possível encontrar algum tipo de regularidade. Isso porque as instituições imprimem ao sistema uma relativa estabilidade ao conferir aos agentes econômicos um determinado padrão de comportamento esperado. As instituições são importantes porque significam possibilidade de continuação do processo de reprodução material capitalista, mesmo na existência de desequilíbrios. Assim, mesmo que para os evolucionários as instituições não sejam escolhidas como objetos centrais de análise, elas se constituem elementos indissociáveis do processo dinâmico de crescimento, desenvolvimento e de mudança tecnológica.

Contudo, o conceito de instituições na escola neo-schumpeteriana não é unânime e abarca uma grande quantidade de definições e ideias. Para Edquist e Johnson (1997), a falta de consistência do conceito de instituições ou mesmo tratá-lo de forma muito abrangente pode prejudicar o entendimento de qual seja o papel das instituições no processo inovativo. Em outras palavras:

Almost everything - at least a very large part of economic behavior and many types of economic activities and processes - can be subsumed under the concept of institutions. No wonder institutions are important! But can we really use a concept that covers so much and tries to do so many things? (EDQUIST; JOHNSON, 1997, p. 41)⁶.

As interpretações sobre o funcionamento do sistema econômico na perspectiva evolucionária implicam na necessidade de uma definição evolucionária das instituições. Por isso, as instituições precisam ser tomadas como resultado de um processo evolucionário, ou seja, produtos de variações e adaptações realizadas ao longo do tempo, ganhando diferentes características em momentos e regiões diferenciadas.

Mas não se observa, nem como tendência, a criação de um conceito único do que seriam as instituições nos neo-schumpeterianos. Mesmo porque o desenvolvimento de um aparato de conceitos e definições capaz de oferecer um instrumental para análise só pode ser resultado da expansão e maturação dos vários programas de pesquisas internos à escola neo-schumpeteriana.

Para Nelson, por exemplo, as instituições “referem-se a uma complexidade dos valores, normas, crenças, significados, símbolos, costumes e padrões socialmente aprendidos e compartilhados, que delineiam o elenco de comportamento esperado e aceito em um contexto particular” (NELSON, 1995, p. 80). Lundvall *et al.* (2002) consideram as instituições como normas, hábitos e regras profundamente arraigados na sociedade e cumprem um importante papel em determinar como as pessoas se relacionam entre si, como aprendem e como usam o conhecimento que tem.

É essa ideia que aparece também na definição de Dosi, para quem as instituições são “conjuntos particulares de normas que são socialmente compartilhadas, socialmente impostas em diferentes graus, e tendem a se reproduzir inercialmente através do tempo” (DOSI, 1991, p. 137).

Hämäläinen (2003) faz uma distinção entre instituições formais e informais. Para ele, os valores culturais, normas sociais, tradições, convenções, costumes, tabus e os códigos de conduta constituem-se em instituições informais.

6. Quase tudo - pelo menos uma grande parte do comportamento econômico e muitos tipos de atividades e processos econômicos - pode ser incluído no conceito de instituições. Não é de se admirar que as instituições sejam importantes! Mas podemos realmente usar um conceito que cubra e tente explicar tantas coisas? (EDQUIST; JOHNSON, 1997, p. 41, tradução nossa).

Elas definem os incentivos e os limites que regulam o comportamento humano (HÄMÄLÄINEN, 2003). Ainda:

Since informal institutions evolve gradually with the national culture, they provide the continuity and path-dependence that connects a society's present to its history and to the future. Thus, informal institutions tend to be more durable than formal institutions which may be replaced overnight by new legislation and regulation, wars, revolution and so forth. Since informal institutions are deeply embedded in a society's cultural heritage, it is difficult to comprehend and internalize them from the outside. As a result the historical path-dependence and social complexity of informal institutions can provide a sustained competitive advantage for firms embedded in a superior institutional framework (HÄMÄLÄINEN, 2003, p. 153-154)⁷.

Numa posição um pouco diferente e incorporando o aparato jurídico, está a definição de Edquist e Johnson (1997) propondo as instituições como um conjunto de hábitos compartilhados, rotinas, regras e o sistema legal que regula as relações e interações entre indivíduos e grupos.

Assim, de forma geral, as instituições são definidas como regularidades de comportamento, social e historicamente construídas, que moldam e ordenam as interações entre indivíduos e grupos de indivíduos, produzindo padrões relativamente estáveis e determinados na operação do sistema econômico.

Mais recentemente, em questões que envolvem esses mesmos temas, foi inaugurada uma nova agenda de pesquisa, dentro do marco analítico evolucionário, que procura aprofundar o entendimento sobre a relação entre instituições, mudança tecnológica e crescimento econômico. Nesse sentido, Nelson (2008) levantou alguns elementos que contribuem para a análise de como uma determinada configuração institucional permite a (ou é impactada pela) incorporação de novas tecnologias e como tal processo impacta nas possibilidades, trajetórias e na direção do crescimento econômico.

O debate levantado por Nelson (2008) é fundamental e aumenta a necessi-

7. Como as instituições informais evoluem gradualmente com a cultura nacional, elas fornecem a continuidade e a path-dependence que liga o presente de uma sociedade à sua história e ao seu futuro. Assim, as instituições informais tendem a ser mais duradouras do que as instituições formais, que podem ser imediatamente substituídas por novas leis e regulamentos, guerras, revoluções e assim por diante. Uma vez que as instituições informais estão profundamente enraizadas no patrimônio cultural de uma sociedade, é difícil, para quem não faz parte dessa sociedade compreendê-las e internalizá-las. Como resultado, a path-dependence e a complexidade social das instituições informais podem fornecer algumas vantagens competitivas às empresas inseridas em uma estrutura institucional mais avançada. (HÄMÄLÄINEN, 2003, p. 153-154, tradução nossa).

dade de rigor conceitual do que os evolucionários entendem por instituições. A diversidade conceitual, argumenta o autor, pode ser problemática quando se pretende elaborar os elos teóricos que ligam as instituições à teoria de crescimento econômico, em condições de constantes mudanças tecnológicas.

É nesse sentido que Nelson passa a adotar as instituições como sendo os fatores que moldam e sustentam as tecnologias sociais (NELSON, 2008, p. 2). As instituições, nessa ótica, se materializam num conjunto de ações e métodos de se fazer as coisas (designado de “tecnologia social”), em contextos diferenciados, que permite a melhor funcionalidade possível em que uma mudança tecnológica é incorporada e, por isso mesmo, influencia o crescimento econômico.

O desafio dos países e regiões passa a ser a construção de instituições – compatíveis com a visão evolucionária – que permitam a incorporação das novas tecnologias no ambiente social, via o processo de aprendizado e acumulação do conhecimento, tirando o maior proveito possível dessa adoção. Ou seja, em paralelo ao progresso tecnológico físico, é preciso que as instituições promovam o avanço das tecnologias sociais, decisivas para efetivação dos ganhos de adoção da nova tecnologia.

As instituições, então, operando via tecnologias sociais, expandem a capacidade de fixação de novas tecnologias num determinado contexto e ambiente social e, além disso, orientam as ações para a aceitação de novos paradigmas tecnológicos, o que pode, inclusive, contribuir para melhorar a relação da adoção de tecnologias com as incertezas que são inerentes ao processo.

Uma vez que são as tecnologias sociais que definem os costumes e modos de organização pelos quais determinados contextos sociais operam a produção e suas transações, elas operacionalizam a adoção ou exclusão de determinadas tecnologias físicas, o que interfere no crescimento e desenvolvimento econômico.

Essa agenda de pesquisa, que abre novos debates sobre as questões institucionais na perspectiva evolucionária, converge perfeitamente com a literatura já consolidada sobre sistemas de inovação (tido como conceito institucional). Enquanto elementos como universidades, centros de pesquisa, estrutura de P&D, laboratórios são permeadas pelo avanço das tecnologias físicas, os processos de cooperação, adoção e seleção de novas tecnologias, interação para construção de novos processos de aprendizado e de conhecimento se orientam fortemente pelas tecnologias sociais. Entender como as instituições evoluem e, nesse sentido, promovem o progresso de tecnologias sociais passa a ser fundamental para analisar o crescimento e desenvolvimento econômico de países e regiões.

2.2 Alguns conceitos neo-schumpeterianos numa perspectiva institucional-evolucionária

Dada a importância das instituições dentro do pensamento neo-schumpeteriano, esta seção apresenta alguns principais conceitos desta escola, numa ótica que favoreça o entendimento do papel das instituições.

2.2.1 Paradigmas tecnoeconômicos

Depois de um período de incubação, surgimento, difusão e amadurecimento de um conjunto inter-relacionado de inovações paradigmáticas e revolucionárias, tanto em termos técnicos quanto socioculturais, organizacionais e institucionais, e depois de abertos os mais diversos campos de oportunidades para novos produtos, novos serviços, novos mercados e novos lucrativos investimentos, gradativamente conforma-se um novo modelo de *best practices*, capaz de difundir por todo o sistema - econômico e socioinstitucional - um *sensu comum* que, fruto daquela revolução tecnológica, guia a instalação de uma nova natureza do crescimento que, por sua vez, influenciando o ânimo e a confiança dos empresários (inovadores), estabelece duradoura onda de expansão econômica, marcada por uma forma mais eficiente e mais moderna da prática produtiva (PEREZ, 2004). Estão aí colocados os principais pontos do que se pode entender por paradigma tecnoeconômico (PTE). A configuração deste conjunto de fatores (tecnológico, econômico, social, institucional e político) fornece as evidências empíricas que moldam a forma como os indivíduos enxergam as mudanças em curso e o ambiente onde se encontram.

Desenvolvido por Freeman e Perez (1988), o conceito de PTE vincula-se à ideia de ciclos longos, sistematizados por Schumpeter, e tem, em termos de análise, uma natureza mais agregativa e sistêmica (como já abordado no capítulo 2). A partir do conceito de paradigma tecnoeconômico, evidencia-se que a evolução de um sistema econômico é determinada pela configuração e pelo conteúdo das relações entre sua base tecnológica, as condições econômicas - que definem o padrão das decisões econômicas -, mas sempre em conformidade com sua configuração institucional e social.

Este conceito permite a avaliação dos períodos marcados por sincronização (encaixes) entre os domínios tecnológico, econômico e institucional - períodos em que há expansão por um longo período da atividade econômica - ou de desencaixes - também um longo período marcado pela recessão, falta de crescimento econômico e por conflitos (FREEMAN; PEREZ, 1988).

Uma vez que o funcionamento do sistema econômico se realiza a partir de sua estrutura institucional, esta estrutura é que permite (ou não) ajustamentos da produção à nova natureza do crescimento – contudo sempre de maneira defasada, desequilibrada, descontínua e, por vezes, contraditória, o que confere aos períodos de mudança um caráter necessariamente conflituoso (PEREZ, 1983; 1985).

Partindo da contribuição de Schumpeter, Freeman e Perez (1988) desenvolveram uma taxonomia destas inovações e mostraram a influência e o impacto delas no sistema econômico. À medida que as instituições são usadas como ferramentas de análise, torna-se importante perceber como cada uma apresenta impactos diferenciados, em termos de ajustes institucionais:

- **Inovações incrementais:** ocorrem mais ou menos continuamente em todas as atividades econômicas, apresentando, porém, diferentes taxas entre setores, dependendo das diferentes combinações entre pressões de demanda, fatores socioculturais, oportunidade e trajetória tecnológica. Geralmente esse tipo de inovação surge de aperfeiçoamentos contínuos e se caracterizam pelos processos de *learning by using* e *learning by doing*. Apesar de serem extremamente importantes para o aumento da produtividade de determinada indústria, as inovações incrementais, isoladamente, não promovem efeitos dramáticos sobre o sistema econômico, o que quer dizer que não criam quaisquer problemas de ajustamentos estruturais ou institucionais.

- **Inovações radicais:** são eventos descontínuos, geralmente produto de atividades deliberadas de PD&I em empresas, centros de pesquisa governamentais ou universidades. Provocam saltos de produtividade por meio da superação das limitações do modelo anterior, bem como permitem o desenvolvimento de novos materiais, novos produtos e novos serviços. As inovações radicais envolvem uma combinação de inovações em processos, produtos e formas organizacionais e tendem a criar algum tipo de problema de ajustes estruturais, exigindo novos tipos de capital, novas habilidades e, em alguns casos, mudanças na configuração institucional.

- **Mudanças de sistemas tecnológicos:** são mudanças técnicas de longo alcance, afetando vários ramos da economia, fazendo surgir novos setores inteiros. Ocorrem pela introdução de mudanças, frutos de combinações entre inovações radicais e incrementais, não somente tecnológicas, mas inclusive organizacionais e administrativas. Mudanças nos sistemas tecnológicos surgem pelo aparecimento de constelações de inovações técnica e economicamente interligadas e, por isso, afetam vários ramos de produção (PEREZ, 1983). Neste caso, ajustamentos estruturais em termos econômicos, técnicos e institucionais passam a ser fortemente requeridos uma vez que tais transformações têm a capacidade

de mudar a trajetória de determinados setores em curto período de tempo, mas com efeitos duradouros.

• **Mudanças de paradigma técnico-econômico** (revoluções tecnológicas): são mudanças que têm um longo alcance em seus efeitos e exercem influências importantes no comportamento de toda economia por décadas inteiras. A mudança de paradigma implica numa complexa combinação de inovações radicais e incrementais e novos conjuntos de sistemas tecnológicos. Nestes casos, os ajustes necessários são fundamentalmente estruturais e implicam na necessidade de uma ruptura profunda com as configurações institucionais anteriores. Mudanças paradigmáticas exigem, necessariamente, novas instituições e novas formas de funcionamento das que permanecerem.

Uma vez que esses novos produtos, novos processos e novos serviços têm natureza radicalmente diferente do modelo anteriormente estabelecido, tais transformações passam a exigir uma moldura institucional específica. Como as instituições apresentam dificuldade de lidar com mudanças de paradigma e, juntamente com sua tendência de mudar apenas lentamente, abre-se espaço para severos “desencaixes” ente a estrutura econômica, a tecnológica e a institucional, o que leva o sistema à situação de crises por longo período. Não é difícil entender que os processos de crescimento e mudança resultam fundamentalmente do arranjo institucional, de seus mecanismos e de suas formas de promoção da interação, já que: (a) permite a realização de mudanças fundamentais exigidas em momentos de transição paradigmáticas; (b) gera, influencia e viabiliza as inovações, no sentido lato sensu; (c) articula a convergência necessária entre crescimento e desenvolvimento; (d) afeta a natureza de percepção da realidade, o padrão de construção de soluções de problemas, a formação de expectativas e, portanto, a tomada de decisão dos agentes; e (e) confere diferentes padrões de reação aos estímulos, incentivando ou não uma postura de busca de capacitação inovativa.

Entretanto, as instituições não são garantias de crescimento e de perfeita adaptabilidade ao ambiente transformado, uma vez que elas não podem ser compreendidas como mecanismos de otimização e nem mesmo de eficiência alocativa, mas como partes de um processo dinâmico, contínuo e relativamente incerto, indissociável das mudanças tecnológicas e sociais. De fato, não existem mecanismos intrínsecos de correção de erros ou de autodisciplinamento nas trajetórias e mudanças institucionais, ou seja, o sistema funciona sem a existência de ferramentas de autoajustes.

2.2.2 Sistemas Nacionais de Inovação

O conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) é uma considerável contribuição da escola neo-schumpeteriana à teoria econômica e nasce dos esforços

de Christopher Freeman e de Bengt-Åke Lundvall (JOHNSON; EDQUIST; LUNDVALL, 2003). Este conceito pode ser entendido como expressando o complexo de arranjos institucionais em seus diversos níveis e seus mecanismos de interação, inclusive além das fronteiras geográficas do país, que, direta ou indiretamente, interferem na trajetória e desenvolvimento da capacitação inovativa de determinada nação, impulsionando-a ou retardando-a. Dentro desta percepção, o SNI deve ser sempre tomado em termos institucionais (EDQUIST; JOHNSON, 1997).

Johnson, Edquist e Lundvall (2003) consideram que os estudos que usam o conceito de SNI devem levar em consideração duas dimensões de análise. A primeira considera a instalação, o funcionamento e a regulação da infraestrutura física e lógica do sistema sobre a qual os agentes atuam e executam suas operações econômicas. Neste caso, a ênfase maior é sobre as instituições formais ou, como colocam Edquist e Johnson (1997), sobre as instituições que podem ser ditas como coisas concretas facilmente observadas empiricamente: universidades, institutos de pesquisa, agências governamentais e outras organizações que lidam com a infraestrutura do sistema econômico, tais como transportes, comunicações, etc. Esta dimensão está mais próxima da ideia de sistema nacional de produção, de Friederich List.

A segunda dimensão representa a especificidade da configuração e relação institucional, que se materializa na forma com que os agentes econômicos cooperam e interagem. Mais que isso, esta dimensão está diretamente ligada às questões de como a configuração institucional de um SNI pode promover o aprendizado a todos os seus componentes. Neste caso, além do aspecto regulativo, a ênfase é sobre as instituições em seu aspecto *cognitivo*, já que a interação entre os agentes depende crucialmente de suas formas de comunicação, de como percebem a evolução e transformação do ambiente em sua volta e se estão abertos às novas visões de mundo, às mudanças e à cooperação.

A partir de uma ou outra dimensão, fica claro o papel crucial das instituições, não apenas como mediadoras e reguladoras dessas relações, mas, inclusive, em como constroem, em cada agente, os significados do aprendizado, da cooperação e da interação.

Eis algumas das influências fundamentais das instituições sobre um SNI: a capacidade de aprender dos agentes nele inseridos e, por consequência, suas possibilidades de desenvolvimento, está diretamente ligada ao ambiente institucional vigente. Depreende-se daí que a capacidade de aprender dos agentes econômicos (por meio do *learning by doing, using* ou *interacting*) não depende apenas de sua capacidade, de esforços internos e individuais, mas, inclusive, da configuração institucional na qual estão inseridos, já que este ambiente influencia fortemente seu padrão de comunicação e de interação, elementos cruciais para a inserção num processo de cumulatividade do conhecimento.

Outra variável importante é o horizonte temporal. De um lado, parte-se da ideia de que as relações entre os elementos de um SNI não são dadas, mas precisam ser construídas ao longo do tempo (LUNDVALL *et al.*, 2002). A estabilidade institucional é crucial para permitir a construção dessas relações. As relações de confiança e de cooperação, por exemplo, só podem ser estabelecidas num ambiente marcado por estabilidade institucional. Uma configuração institucional que não dê condições para construção dessas relações, não pode servir como suporte para o desenvolvimento.

Vale destacar, entretanto, que, mesmo que as instituições sejam adequadas para permitir esta construção, os momentos de mudança de paradigma alteram todas as condições estabelecidas e exigem novos requerimentos institucionais, mudando os requisitos para confiança e cooperação. Os momentos de transição de um PTE lançam grandes desafios sobre o SNI. Isso porque, nesses momentos, a natureza das instituições e seus mecanismos de interação vigentes estão em transformação e podem não ser os mais indicados para responder adequadamente aos desafios e às mudanças em curso. Nestes momentos, a capacidade de um determinado país aproveitar as “janelas de oportunidades” depende crucialmente de sua habilidade de mobilizar os recursos políticos, financeiros e econômicos de forma a permitir alterações estruturais e institucionais para tornar o SNI, a partir de uma trajetória de aprendizado, compatível com as características do novo paradigma, o que nos remete à necessidade de construção de soluções coletivas.

O conceito de SNI tem sido comumente aplicado para descrever, analisar e comparar sistemas econômicos maduros e com uma estrutura institucional desenvolvida (LUNDVALL *et al.*, 2002; JOHNSON; EDQUIST; LUNDVALL, 2003). Tais SNIs, embora enfrentem severos desafios em tempos de grandes transformações paradigmáticas, estão mais bem preparados, tanto para incentivar quanto para suportar os efeitos das atividades inovativas. Quando se pretende aplicar o conceito de SNI aos países em desenvolvimento, como o Brasil, novos desafios são lançados, uma vez que esta aplicação não pode ser feita sem algumas ressalvas e considerações importantes.

A - Lacunas institucionais e processo de construção do SNI

Quando se toma o conceito de SNI para a investigação da capacitação inovativa, a primeira consequência é perceber que a inovação é vista como refletindo a cumulatividade do aprendizado pela interação entre todos os componentes institucionais de um SNI.

The most fundamental reason for thinking in terms of innovation systems is that innovation is an interactive process, where results depend on the type of relations between different firms, organizations and sectors, as well as on institutional behaviors deeply rooted in each regional or national history (AROCENA; SUTZ, 2005, p. 6)⁸.

Contudo, um dos fatos marcantes da estrutura institucional dos países em desenvolvimento é que existem lacunas institucionais, ou seja, os SNIs de países periféricos se caracterizam por espaços institucionais vazios. Isso implica que o conteúdo das políticas de promoção de um SNI deve refletir não somente o incentivo para interação entre seus elementos constitutivos, sobretudo, para a construção de instituições que preencham tais espaços. É preciso dizer que tais lacunas significam falhas institucionais de construção do próprio sistema.

Todavia, para Albuquerque (1997), quanto mais se sucedem os paradigmas tecnoeconômicos, maiores são os desafios que os países periféricos precisam enfrentar para o preenchimento de tais espaços. Isso porque os esforços somente apresentam resultados positivos caso se criem instituições adequadas. O desafio é maior porque se aumenta o grau de complexidade institucional exigida à medida que os paradigmas se sucedem.

As lacunas institucionais provocam duas importantes consequências: em primeiro lugar, um melhor funcionamento do SNI fica severamente comprometido, uma vez que existem quebras de continuidade de ações levando a perdas dos resultados de esforços anteriores (ALBUQUERQUE, 1997). Em segundo lugar, esta falha na divisão do trabalho diminui as possibilidades de aprendizado por interação, já que o conhecimento fica impedido de fluir para todos os elementos participantes do SNI.

O desafio fica agravado ainda por mais três motivos: (a) a promoção do SNI em um país em desenvolvimento e o preenchimento das lacunas institucionais tomam contornos complexos num momento marcado pela instalação de um novo PTE e pelo advento da globalização, afinal as principais trajetórias tecnológicas são praticamente exógenas às decisões desses países. Ao mesmo tempo, sofrem pressão para a liberalização das forças de mercado como mecanismo capaz de preencher aquelas lacunas, o que deve ser questionado; (b) a construção de um SNI exige dos fazedores da política algumas ações pouco fundamentadas em experiências anteriores (PEREZ, 1983; 2004), o que pode levar a ações baseadas

8. “A razão mais fundamental para pensar em termos de sistemas de inovação é que a inovação é um processo interativo, cujos resultados dependem do tipo de relações entre diferentes empresas, organizações e setores, bem como de comportamentos institucionais profundamente enraizados na história de cada região ou nação” AROCENA; SUTZ, 2005, p. 6, tradução nossa).

em tentativa e erro; (c) quanto maior o legado que se receba dos modelos institucionais passados, maiores serão as restrições impostas às opções atuais e mais difícil de se construir as novas estruturais necessárias.

Além disso, a concepção da estratégia ideal para construção de instituições que deem conta desses desafios começa com a análise de todas as partes que podem contribuir para a inovação.

A development strategy based on an innovation system approach would start by analyzing all parts of the economy that contribute to competence building and innovation. It would focus on the linkages and synergies between the parts that form the system as a whole and, especially, it would try to identify the nodal points and crucial learning stimulating linkages. It would also try to identify the missing linkages and interactions, the interactions which for different reasons do not occur thereby reducing the innovation performance of the economy. (JOHNSON; LUNDVALL, 2000 apud AROCENA; SUTZ, 2005, p. 17)⁹.

B - Distribuição desigual do conhecimento e participação no crescimento econômico

Quando se analisam os fatores determinantes do crescimento e do emprego nos países em desenvolvimento, verifica-se que a participação das atividades intensivas em conhecimento ainda não é expressiva.

In a very broad sketch, it can be said that the types of growth actually prevailing in Latin America are based on the intensive and frequently damaging use of natural resources and / or in assembling activities (maquila), as well as in low salaries and weak social and environmental regulations. In most cases, knowledge, innovation and advanced learning play a marginal role (AROCENA; SUTZ, 2005, p. 13)¹⁰.

9. “Uma estratégia de desenvolvimento baseada na abordagem de sistema de inovação começaria analisando todas as partes da economia que contribuem para o desenvolvimento de competências e para a inovação. Ela se concentraria nas ligações e sinergias entre as partes que formam o sistema como um todo e, especialmente, tentaria identificar os pontos principais e as ligações cruciais para estimular a aprendizagem. Também tentaria identificar os elos e interações ausentes, interações que, por diferentes razões, não ocorrem, reduzindo assim o desempenho da inovação na economia” (JOHNSON; LUNDVALL, 2000 apud AROCENA; SUTZ, 2005, p. 17, tradução nossa).

10. “Em um esboço amplo, pode-se dizer que os tipos de crescimento prevalentes na América Latina se baseiam no uso intensivo e frequentemente prejudicial dos recursos naturais e / ou nas atividades de montagem (maquila), bem como em baixos salários e frágeis regulamentos sociais e ambientais. Na maioria dos casos, conhecimento, inovação e aprendizado avançado desempenham um papel apenas marginal” (AROCENA; SUTZ, 2005, p. 13, tradução nossa).

Isso demonstra claramente uma desigualdade na distribuição dessas atividades em tais SNIs. Vale dizer que isso leva à constatação de que o aprendizado por interação pode ser prejudicado por um ambiente em que a capacidade de aprender e o conhecimento não são bem distribuídos no conjunto de elementos constitutivos de um SNI.

Dois consequências institucionais podem ser apontadas nesse caso: a primeira é que as redes de interação, por onde deve fluir o conhecimento, apresentam lacunas importantes, o que impede que ele flua para determinadas áreas e faz diminuir o índice de reciprocidade do aprendizado. A segunda é que as externalidades positivas do aprendizado passam a não ser distribuídas a todo o conjunto de agentes, o que leva a uma concentração da capacidade inovativa em poucos elementos do SNI. Observa-se, por assim dizer, uma disparidade na capacitação inovativa entre os subsistemas que passam a apresentar taxas diferentes de inovação e, até por isso, de crescimento econômico.

Um ambiente institucional que leve parte de um sistema a apresentar uma baixa taxa de aprendizado pode colocar todo o sistema em *lock-in*, justamente porque, ao contrário das externalidades positivas que permanecem concentradas em determinadas áreas, as externalidades negativas, geradas pela falta de aprendizado por parte de alguns elementos do sistema, podem colocar todo o sistema em situações piores, ou seja, situações que estariam aquém daquelas que poderiam ser alcançadas com a distribuição mais equilibrada do conhecimento.

As instituições novamente desempenham um papel determinante: criar elementos que possam suprir os espaços vazios naquelas redes de interação, para que façam fluir o conhecimento gerado a todos os elementos componentes do SNI, construindo uma capacitação endógena de aprendizado.

Por outro lado, como apontam Arocena e Sutz (2010), há outra problemática que deve ser levantada: a que se refere à divisão entre os tipos de conhecimentos que são gerados e aqueles que são demandados por regiões e países. Os autores vão ponderar que, a não ser que haja compatibilidades, complementaridades e sinergias entre a geração endógena de conhecimento e a demanda local por esses conhecimentos, tal região ou país poderá cair em nova situação de *learning-divide*, submetido a uma armadilha de baixo desempenho inovador e de crescimento.

Ainda segundo os autores, a característica fundamental da produção e o uso do conhecimento é que ambos estão cada vez mais entrelaçados e, por sua vez, as sinergias entre produção/uso ou geração/demanda local de conhecimentos somente pode se dar por meio de políticas públicas consistentes e continuadas. Porém, apontam que os países em desenvolvimento apresentam sérias dificuldades tanto em elaborar políticas públicas que promovam as convergências dinâmicas entre geração e uso de conhecimentos no nível local, como também apresentam baixa taxa de continuidade de tais políticas, gerando situações alternadas de avanços e retrocessos nos incentivos

endógenos de geração de conhecimento e de usos desses em processos de inovação.

Ainda mais, sugerem que as políticas nos países em desenvolvimento (e na América Latina em especial) estiveram focadas no lado da oferta e apenas em alguns casos evoluíram para políticas de C&T mais elaboradas. Ainda assim, no período de 1996 a 2006, o número de pesquisadores equivalentes em tempo integral na América Latina e no Caribe cresceu 85%. Resta criar, por outro lado, o incentivo empresarial para o uso dos conhecimentos gerados, para o qual também deve haver políticas desenhadas já que, como também pontuam os autores, a oferta de conhecimento em si não cria sua própria demanda.

Para avanços nesse sentido, sugere-se a criação de uma institucionalidade que promova concomitantemente políticas que incentivem a geração de conhecimentos (científica e tecnológica) como também aumentam a demanda por esses conhecimentos (políticas sociais, de inovação, de saúde). A ideia é que sistemas de inovação que são permeados por políticas de ambos os espectros tendem, então, a superar as dificuldades de disparidades entre as capacidades locais, levando todo o sistema de inovação a um desempenho mais dinâmico e promotor do desenvolvimento.

C - Paradigmas tecnoeconômicos razoavelmente definidos

Uma vez que os países em desenvolvimento se deparam com paradigmas tecnológicos já razoavelmente estabelecidos e determinados – o que lhes confere pouca capacidade para influenciar nos rumos do paradigma –, a tarefa primordial da estrutura institucional do SNI em países periféricos é criar condições de aproveitamento das oportunidades para redução da defasagem tecnológica em relação aos países da fronteira. Para isso, as relações institucionais devem ser tais que permitam criar um ambiente que aumente a capacidade de absorção de tecnologias que tenham sido geradas na fronteira tecnológica. Neste caso, se configuraria uma nova relação de dependência em termos tecnológicos destes países em relação àqueles.

Contudo, o aproveitamento das “janelas de oportunidades” requer um esforço maior do que o de absorção. Isso porque capacidade de absorção significa geração de um tipo de conhecimento que seja capaz de lidar com as tecnologias geradas na fronteira tecnológica: nesse caso, o conhecimento levaria a uma aptidão para desencadear processos de imitação e, no máximo, algumas inovações incrementais.

Porém, como expressa Albuquerque (1997), as janelas de oportunidade são temporárias e se fecham conforme se determinam as trajetórias tecnológicas no interior de um paradigma.

2.2.3 Informação, conhecimento e aprendizado

Assim como Schumpeter, os neo-schumpeterianos assumem que existe uma racionalidade limitada, o que quer dizer que os agentes econômicos sofrem de

uma limitação na capacidade de considerar e processar todas as informações necessárias para tomada de decisões, não podendo conhecer, portanto, todas as alternativas possíveis. Também como Schumpeter, assumem que essa limitação racional não pode ser a mesma para todos os agentes. Por isso, a literatura neo-schumpeteriana tem dado ênfase à influência que o aprendizado, em todas as suas fontes (*by doing, using* ou *interacting*) exerce sobre a capacidade e a habilidade de inovar, num ambiente marcado por incerteza e complexidade.

Deve-se partir das seguintes questões: Como os indivíduos aprendem? Como acontece o processo de transferência do aprendizado individual para as organizações ou para as instituições? Qual o papel das instituições no aprendizado e na acumulação de conhecimentos?

A inovação é um processo social (EDQUIST; JOHNSON, 1997). A capacidade inovativa de uma região está ligada à sua capacidade de convergência na formulação de soluções coletivas e criativas para colocar em ação as mudanças necessárias nos arranjos institucionais e fazer disparar os efeitos do aprendizado, que não são espontâneos nem automáticos. Isso faz com que o aprendizado, individual e coletivo, se torne um requerimento fundamental.

Os conceitos de *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting* só podem ser entendidos como aprendizados efetivos à medida que, mudando a forma de observação e percepção da realidade por parte dos indivíduos, se revertem em ações concretas que aumentem sua capacidade de ação e interferência sobre o ambiente, levando-os a práticas diferenciadas.

Se nesses termos o aprendizado individual apresenta relações complexas, o grau de complexidade aumenta quando se trata do aprendizado que leva à mudança institucional. Carlota Perez (1983; 2004) argumenta que as instituições apresentam algum grau de inércia, o que impede que as adaptações necessárias no arranjo institucional acompanhem a velocidade das mudanças necessárias. Se o aprendizado individual é factível e dado que o comportamento das instituições depende, em última instância, do comportamento coletivo, como esse aprendizado pode ser transferido do nível individual para o institucional?

Em primeiro lugar, a mudança institucional não pode ser levada adiante com uma importante margem de acerto sem o aprendizado individual, afinal as instituições só podem mudar pela ação humana. Em segundo lugar, o aprendizado individual é uma condição necessária, mas não suficiente. É preciso que haja um processo de aprendizado coletivo para mover as instituições. Em terceiro lugar, mudanças institucionais seguem uma lógica de *path dependence*: apenas os profundos processos de aprendizado, de conhecimento e de ação coletiva podem alterar a trajetória, quando essa se mostra inadequada.

3. INSTITUIÇÕES E DINÂMICA INOVATIVA NUM MERCADO GLOBALIZADO

Os neo-schumpeterianos, assim como Schumpeter, assumiram que o mercado devidamente organizado é uma instituição fundamental ao funcionamento e expansão das atividades econômicas. Esse mercado que, em outras épocas assumiu inicialmente uma organização local, ao longo do tempo passou a não conhecer mais barreiras e, em sua marcha de expansão, ultrapassou as fronteiras nacionais e regionais, assumindo a conotação de mercado global. Contudo, sustenta-se que esse processo não pode ser dominado e conduzido unicamente por forças incontroláveis de mercado e que apesar do seu papel importante das grandes corporações, não podem ser tomadas como entidades que estão acima das regras dos Estados nacionais.

Por isso, alguns pontos de análise são necessários. Em primeiro lugar, vale dizer que os mercados não são autorreguladores, nem autoestabilizadores, nem autolegitimadores e nem ainda autocorretivos. Ou seja, os mercados são, pela sua própria natureza, falhos. O seu próprio processo de expansão engendra, também, alguns problemas institucionais, o que leva à constatação de que, paralelamente à expansão dos mercados, torna-se necessária a construção de novas institucionalidades para que esse processo se torne possível.

Em segundo lugar, a criação, a consolidação e a legitimação dessas instituições levam um tempo considerável, o que implica que o processo de expansão dos mercados - concomitante à globalização - seja permeado de incertezas e conflitos. Há que se considerar que a construção de instituições globais que deem conta desse desafio ainda é um processo inacabado, que experimenta avanços e retrocessos. Algumas proposições podem ser levantadas em termos das instituições necessárias neste estágio do capitalismo:

- **Instituições voltadas para os direitos de propriedade e para o cumprimento dos contratos:**

Numa perspectiva dinâmica, de forma abrangente, os direitos de propriedade podem ser entendidos como uma estrutura que regula as possibilidades de obtenção e apropriação de rendas (presentes e futuras) a partir de um bem ou direito por seu proprietário. A estrutura de direitos de propriedade define as condições em que o proprietário do ativo será o único e exclusivo demandante residual das rendas advindas deste direito.

Com os processos de expansão global do mercado e da integração de cadeias produtivas globais, os produtos finais passam a ter vários componentes - às ve-

zes produzidos em países diferentes, cada um coberto por direitos de propriedade que podem ser regulados por leis diferentes e outros que nem mesmo são submetidos à regulação dos direitos de propriedade. Assim, pode não haver um direito de propriedade estabelecido para cada produto e, em alguns casos, pode não haver direitos de propriedade garantidos para o produto completo e final (MERGES, 2000). Esses produtos complexos e multicomponentes são os mais encontrados nos mercados globalizados (produtos eletrônicos, química e farmácia, por exemplo) e as patentes individuais cobrem apenas subcomponentes desses produtos.

Essa complexidade cada vez mais global de produtos compostos por subcomponentes com respectivos direitos de propriedade regulados por leis nacionais diferentes elimina a ideia teórica de que as patentes ou os registros de copyright geram monopólios privados perfeitos:

A multi-component product may be subject to numerous property rights. These may have little effect on the market. Or they may create “monopolistic competition”, a hybrid market structure midway between monopoly and perfect competition. In the end, IPRs may well have an effect on price, entry, and the like. But it will likely not be the simple, straightforward effect of creating a monopoly over a discrete product (MERGES, 2000, p. 4)¹¹.

É muito claro que tal situação cria uma complexidade de ações que passa a exigir uma institucionalidade avançada – que ainda não foi plenamente resolvida – fazendo aumentar a incerteza e os custos envolvidos no cumprimento e monitoramento dos contratos, estes, também cada vez mais, envolvendo empresas e agentes em diferentes partes do mundo. Essa era uma preocupação já explícita em Nelson e Winter (1982):

Any number of examples could be chosen to illustrate the point that modern advocacy of private enterprise solutions tends to suffer from vagueness or utopianism in its treatment of institutional matters. Three particularly important (and closely interrelated) ones involve the treatment of property rights, contracts, and law enforcement. In almost all formal economic theory, property rights and contractual obligations are assumed to be costlessly delineated in unambiguous terms and enforcement of the civil and criminal law is costless. By virtue of the combined force of these assumptions of clarity, perfection, and costlessness,

11. “Um produto com muitos componentes pode estar sujeito a vários direitos de propriedade. Isso pode ter pouco efeito no mercado. Ou podem criar uma situação de “concorrência monopolística”, uma estrutura híbrida entre o monopólio e a concorrência perfeita. No final, os DPIs podem muito bem ter um efeito sobre preço, a entrada e produtos similares. Mas provavelmente não será um efeito simples e direto de criar um monopólio sobre um produto específico” (MERGES, 2000, p. 4, tradução nossa).

the problem of providing the basic institutional underpinnings of a system of voluntary exchange is assumed away. (NELSON; WINTER, 1982, p. 363)¹².

Entende-se, dessa forma, a grande necessidade do aprimoramento das instituições de alcance global que tratem do tema e reforcem a observância dos direitos de propriedade e das normas legais. Isso porque a observância e o cumprimento são essenciais para se alcançar a eficiência produtiva e para fomentar e garantir o comportamento inovativo num mercado globalizado.

• **Instituições voltadas à disseminação de informações e redução das assimetrias:**

As informações são essenciais na abordagem neo-schumpeteriana, ainda que sejam incompletas e assimétricas:

Economic evolutionary dynamics is guided by information flows: information about new scientific developments, information regarding the success or failure of R&D projects to guide the next round of R&D decisions, information regarding the characteristics of new products to guide potential purchasers, information regarding costs of production and purchases to guide producers, information about profits to guide investors. The organizational dilemma posed for a predominantly market-organized economy is that it is efficient to make available information public, but the existence of private incentives for information gathering often requires that the information be private. (NELSON; WINTER, 1982, p. 365)¹³.

12. “Vários exemplos podem ser usados para ilustrar os pontos em que a moderna defesa de soluções privadas tende a sofrer de imprecisão ou utopismo no tratamento de questões institucionais. Três deles são particularmente importantes (e intimamente inter-relacionados) e envolvem o tratamento de direitos de propriedade, os contratos e aplicação da lei. Em quase toda teoria econômica formal, supõe-se, de forma inequívoca, que os direitos de propriedade e as obrigações contratuais sejam delineados sem custos, assim como também a aplicação da lei civil e criminal. Em virtude da força conjunta dessas premissas, presume-se pouco importante o problema de prover fundamentos institucionais básicos para um sistema de trocas voluntárias” (NELSON; WINTER, 1982, p. 363, tradução nossa).

13. “A dinâmica econômica evolucionária é guiada por fluxos de informação: informações acerca de novos desenvolvimentos científicos, informações sobre o sucesso ou fracasso de projetos de P&D que orientem novas decisões em P&D, informações sobre as características de novos produtos para orientar potenciais compradores, informações sobre custos de produção para orientar produtores, informações sobre lucros para orientar investidores. O dilema organizacional colocado para uma economia predominantemente organizada pelo mercado é que é eficiente tornar públicas as informações disponíveis, mas a existência de incentivos privados para a obtenção de informações geralmente exige que as informações sejam privadas” (NELSON; WINTER, 1982, p. 365, tradução nossa).

Os problemas gerados pela imperfeição das informações (incompleta, assimétrica e não gratuita) permeiam toda a economia e tendem a agravar-se com a economia alcançando o estágio de transações e mercados globais. Isso porque, embora seja claro o aumento dos fluxos de informações, há evidências de que parte relevante delas permanece oculta e inacessível à maior parte dos agentes econômicos (CHESNAIS, 1996), o que gera um elevado grau de incerteza - não facilmente resolvível - e, claro, importantes falhas de mercado.

- **Instituições voltadas à regulação monetária e ao crédito:**

Para discutir a relação entre crédito, inovação e crescimento em um mercado organizado e global, deve-se assumir, desde o início, o caráter fortemente incerto da inovação.

A decisão de inovar - e fazer viabilizar todos os investimentos necessários - é uma aposta no futuro, com reais possibilidades de falhas. Além disso, as incertezas que rondam o processo inovativo não podem ser reduzidas a risco ou a cálculos de probabilidades. Assim, o processo de inovação produz certa insegurança em todos os agentes econômicos envolvidos. Ao se comprometerem com a decisão de inovar, pequenas ou grandes corporações também se comprometem com algum financiamento interno ou externo. Dessa forma, existe uma ligação que não pode ser desprezada entre os processos inovativos e as questões financeiras de tais decisões, envolvendo, em algum grau, análises das estruturas financeiras e de suas institucionalidades, cruciais para impulsionar os processos inovativos.

Como expresse anteriormente, o próprio Schumpeter, desde *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, já assumia claramente essa relação e, por isso, esboçava alguma preocupação no sentido de que o sistema financeiro - e de crédito - deveria ser permeado por uma trajetória convergente com as necessidades das decisões de inovação.

Considerando um mercado cada vez mais internacionalizado e, somando-se a isso, o aprofundamento do processo de globalização com forte cunho financeiro, o tema levantado por Schumpeter ainda alimenta várias questões importantes: qual o papel das *startups* no financiamento da inovação em uma era marcada pela plataforma digital? Qual a complementaridade entre esse tipo de financiamento e o modelo bancário tradicional? Quais as consequências da desigualdade regional de acesso ao financiamento? Que papéis ainda restam aos organismos e financiamentos públicos?

Sem qualquer pretensão de esgotar tais temas, vale dizer que as relações entre crédito/financiamento e inovação em um mercado global organizado devem partir da constatação de que essa dinâmica se mostra fortemente heterogênea quanto ao seu acesso e às suas condições. Além disso, deve-se levar em considera-

ção que a definição de quais empresas terão sucessos em seus empreendimentos inovativos é resultado dos processos de seleção tanto no mercado onde ela atua quanto do mercado financeiro, às vezes conflitantes entre si (GEROSKI; MAZZUCATO, 2002). De fato, a estrutura financeira e de crédito de uma economia pode determinar a velocidade e as pressões da seleção e afetar diferentes oportunidades de aprendizagem e de aquisição de capacitação inovativa (DOSI, 1990).

Perez (2003) também argumenta que numa situação de transição histórica e de instalação e consolidação de um novo paradigma tecnoeconômico, o papel das finanças é fundamental já que será necessário desenvolver decisões corajosas no sentido de financiar novas trajetórias tecnológicas, quando ainda há toda uma institucionalidade baseada nos modelos produtivos e tecnológicos anteriores.

O que se quer levantar é que a institucionalidade de crédito e de financiamento criada ao longo do tempo deverá se adaptar a uma nova ordem econômica globalizada a fim de dar conta dos desafios que são específicos dessa era. Passa a ser necessária uma mudança institucional significativa: diferentes tipos de financiamento para novos *players* - alguns deles não possuem mais do que novas ideias; novos tipos de alianças para transpor as dificuldades que envolvem os modelos tradicionais de *joint ventures*; novas lógicas de financiamento para setores baseados em ciência, uma vez que os fundos públicos têm se mostrado insuficientes.

Dessa forma, as instituições financeiras e de créditos com alcances no financiamento global de atividades inovativas têm um papel fundamental na articulação e propagação de revoluções tecnológicas. Contudo, para que as instituições suportem e incentivem tais processos inovativos radicais, é essencial considerar que o tipo de jogo financeiro instalado no modelo atual de globalização nem sempre se articula com essa lógica evolucionária, preconizada pelos neo-schumpeterianos.

De forma geral, na visão neo-schumpeteriana, os arranjos institucionais globais não devem servir como instrumento de harmonização e alinhamento das políticas econômicas a serem aplicadas a vários países, visando à maximização do comércio, dos fluxos de Investimento Direto Externo ou de capitais financeiros globais. Diferente disso, devem servir como arranjos capazes de intermediar a aplicação de diferentes práticas institucionais nacionais, já que os países possuem estratégias diferentes e estão em diferentes estágios de desenvolvimento. Isso implica que o papel das instituições globais deve ser o de promover e estimular a capacitação inovativa das economias nacionais, respeitando suas especificidades e trajetórias.

Em razão disso, o esforço para criação de instituições globais deve se basear numa rede com participação de outras instituições nacionais e regionais. A ação

em nível nacional e regional é fundamental para que haja complementaridade e articulação das ações e não apenas um processo de submissão às tendências e às ordens globais. Em última instância, tais ações e políticas deveriam estar voltadas ao aumento da participação dos países em desenvolvimento nas estratégias globais de mudanças tecnológicas e institucionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as contribuições de Schumpeter quanto à inovação e à destruição criadora sejam as mais conhecidas na análise econômica, suas considerações teóricas e aplicadas também envolvem a problemática da informação, do crédito, do papel do Estado, da racionalidade dos agentes econômicos, das diferenças de desenvolvimento entre os países, mas sempre com olhar no papel que cumprem as instituições. Vale dizer, entretanto, que tais percepções registradas em vários dos seus livros apenas recentemente têm sido objeto de novas leituras e resgate de suas percepções.

Além de os neo-schumpeterianos terem resgatado e desenvolvido os conceitos e as ideias fundadas por Schumpeter, também elaboraram várias teorias e conceitos que preconizam que cada estágio de evolução do capitalismo deve exigir uma estrutura institucional específica que, fazendo funcionar as atividades econômicas, impulsiona os processos inovativos e, como consequência, a mudança tecnológica e, em última instância, provoca o próprio desenvolvimento econômico.

Sempre a partir de uma metodologia que preconiza uma análise dinâmica em profunda convergência com a história, essa escola também tem desenvolvido importantes assertivas quanto à definição dos direitos de propriedade, quanto ao crédito e quanto à importância da informação, do conhecimento e do aprendizado na economia.

Mais especificamente, para o que aqui foi exposto, os conceitos desenvolvidos por essa escola são amplamente utilizados para entendimento e explicação da nova fase do capitalismo, marcada pela expansão constante dos mercados alcançando uma dimensão global. Dentro desse processo dinâmico, fica claro que as instituições precisam ser construídas, consolidadas e legitimadas na mesma direção, de forma que deem suporte aos processos que essa dinâmica engendra, ainda que jamais prescindam da incerteza. Vale dizer, entretanto, que apenas numa abordagem evolucionária é possível entender o papel que cumprem as instituições nesse contexto.

As contribuições de Schumpeter, revitalizada e posta em atualizações pela

perspectiva neo-schumpeteriana, colocam em evidência a necessária convergência entre suas abordagens e aquelas desenvolvidas pelos institucionalistas. Mas também deixa claro que é preciso estabelecer avanços analíticos e novas agendas de pesquisas que procurem contemplar mais adequadamente o espectro de mudanças tecnológicas que tem acontecido recentemente, tais como os novos processos de computação em nuvem, *big data*, inteligência artificial, internet das coisas (IOT), sistemas e equipamentos com redes inteligentemente conectadas, nanotecnologia e bioprocessos. É muito claro que além dos grandes impactos tecnológicos que tais mudanças geram, seus rebatimentos demandarão várias mudanças institucionais e das tecnologias sociais.

PARTE

2

Ciência, Tecnologia
e a Inovação na prática

CAPÍTULO

4

Ciência: Avanços e interações¹

Tulio Chiarini

INTRODUÇÃO

As descobertas científicas da química e da física no final do século XIX foram amplamente aplicadas ao processo de produção e, a partir de então, as atividades científicas se tornaram parte rotineira do processo produtivo em muitas empresas industriais, principalmente nas mais inovativas. Conhecimentos científicos sobre átomos, moléculas, gases, magnetismo e eletricidade influenciaram o surgimento de novos produtos e novos métodos de produção e permitiram o surgimento da indústria elétrica e da indústria química.

Passados pouco mais de um século, os avanços científicos continuam a impulsionar o progresso industrial. Descobertas em materiais nanométricos possibilitaram a manipulação de matérias em escalas moleculares e atômicas, e os avanços da biologia e da genética tornaram a nanotecnologia e a biotecnologia expressões corriqueiras em meios empresariais, dando vida a uma gama de novos materiais, permitindo às empresas tanto melhorar quanto criar produtos e processos mais eficientes.

A despeito do reconhecimento da importância da ciência para a economia, há elementos que devem ser vistos com cautela: a relação entre ciência e economia não é tão simples e imediata e, segundo Mowery e Rosenberg (1989), reiteradamente os vínculos da ciência com aplicação industrial ou econômica foram

1. O autor gostaria de deixar expresso o agradecimento à Prof.^a Márcia Rapini (Cedeplar/UFMG), à Prof.^a Janaina Ruffoni (Unisinos), ao Prof. Renato Garcia (IE/Unicamp), ao Prof. Pablo Bittencourt (UFSC), à Prof.^a Gabriela Dutrénit (Universidad Autónoma Metropolitana do México) e ao Fabio Chaves do Couto e Silva Neto (CTI/MCTI) pela leitura cuidadosa e sugestões. Erros e omissões são de inteira responsabilidade do autor. O INT/MCTI está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste capítulo, que são de exclusiva responsabilidade do autor.

variáveis. Isso, porque a atividade de pesquisa está imbuída de incerteza e seus resultados, muitas vezes, não são aplicados diretamente ao processo produtivo nem são prontamente apropriados. Aliás, é bastante complicado mensurar os ganhos econômicos desses resultados *a priori*.

Nessa esteira, este capítulo busca apresentar os principais elementos do que se pode denominar Economia da Ciência. Primeiramente, na seção 2, é visto que demais cientistas sociais se ocuparam dos estudos sobre a ciência, antes dos economistas. A Economia da Ciência se apropriou de avanços das demais áreas para se consolidar como área de investigação.

Na seção 3, a atenção recai sobre o papel da ciência para a economia em perspectiva histórica. Busca-se apresentar o processo de dupla causalidade entre ciência e tecnologia: a importância da ciência para o desenvolvimento tecnológico e como este direciona o avanço da ciência.

Na Seção 4, procura-se identificar as bases conceituais para o entendimento da chamada Economia da Ciência, sendo dividida para tratar de pontos relevantes como a distinção entre pesquisa pura e pesquisa aplicada, a estrutura de incentivo das atividades de pesquisa e a privatização dos resultados da ciência.

Nas considerações finais, estão os principais pontos apresentados e alguns caminhos de pesquisa que podem ser trilhados.

1. MÚLTIPLOS OLHARES CIENTÍFICOS SOBRE A CIÊNCIA²

A pesquisa científica pode ser definida como a atividade humana direcionada ao avanço do estoque de conhecimento disponível (NELSON, 1959b). Suas conquistas empurram a fronteira do conhecimento e ajudam a prover respostas aos desafios impostos pela humanidade, sejam econômicos, relacionados à saúde, bem-estar e meio ambiente.

Diferentes preocupações e interesses moldam os enfoques analíticos sobre o papel da ciência, com ricas apresentações e metodologias, em diferentes áreas do conhecimento. A partir de um esforço de síntese, é possível identificar ao menos quatro abordagens, debatidas separadamente, mas que se entrelaçam. Esses enfoques ajudam a ampliar o entendimento sobre a ciência e estão sumarizados no Quadro 1.

2. “Ciência” refere-se tanto à “ciência básica” quanto à “ciência aplicada”, tratadas como iguais. Quando for o caso de diferenciar uma da outra utilizaremos cada termo distintivamente. Ademais, a não ser quando explicitado, o termo “ciência” refere-se às ciências exatas e da terra, ciências biológicas e da saúde, ciências agrárias, ciências humanas e sociais aplicadas.

Quadro 1 – Síntese dos principais enfoques sobre a Ciência		
Enfoques	Principais preocupações acerca da Ciência	Principais estudos
Filosofia da Ciência	Interpreta o significado da ciência e suas funções, identificando modelos epistemológicos para sua compreensão.	Bunge (1972); Lakatos (1978); Bourdieu (apud ORTIZ, 1983); Chalmers (1993); Kuhn (2000; 2011), Popper (2013).
História da Ciência	Avalia a formação histórica da ciência, suas determinações culturais, suas limitações e contradições. Busca compreender a ciência em diferentes contextos históricos.	Kragh (1987); Ronan (1987a; 1987b; 1987c; 1987d); Gavroglu, Christianidis e Nicolaidis (1994); Brody e Brody (1999).
Sociologia da Ciência	Avalia a relação sociedade, ciência e tecnologia.	Winner (1987); Collins (1992); Bijker, Hughes e Pinch (1993); Bijker (1995); Latour e Wooglar (1997); Collins e Pinch (2002); Latour (2000); Merton (1957; 1970; 2013).
Economia da Ciência	Preocupa-se com o papel da ciência na dinâmica econômica e em como a ciência e a economia se afetam dialeticamente, isto é, preocupa-se com as cadeias causais que se estendem da vida econômica à ciência e vice-versa. Analisa os impactos da ciência.	Nelson (1959a; 1959b; apud GROVES, 1962b; 1982; 2004; 2006a); Polanyi (1962); Rosenberg (1974a; 1974b; 1990; 2006a); Coriat (1976); Noble (1979); Freeman (1987); Mowery e Rosenberg (1989); Pavitt (1991); Dasgupta e David (1994); Mansfield (1995); Stephan (1996); Diamond (1988; 1996); Stokes (2005), David (apud SMITH, 1998; 2014), Pelaez e Szmrecsányi (2006).

Fonte: Elaboração própria.

A Filosofia da Ciência visa interpretar o significado da ciência no mundo e suas funções. O que é a ciência? O que é conhecimento? Qual o método da ciência? Qual a lógica da pesquisa científica? Quais as contradições do discurso científico? Essas são algumas das questões que ajudam a guiar as discussões filosóficas sobre a ciência.

A História da Ciência está interessada no processo de formação da ciência (ciência da antiguidade clássica, medieval e moderna). Desse modo, diferentes recortes podem ser construídos. Um deles parte do desenvolvimento de ramos científicos (como astronomia, física ou matemática), apresentando suas principais descobertas científicas e seus principais personagens, ou seja, narrando o movimento da ciência e dos homens da ciência. Outro recorte parte da evolução de uma tecnologia, mostrando como os avanços na ciência favoreceram seu desenvolvimento. Exemplos desse recorte são o desenvolvimento da lâmpada elétrica e a eletricidade.

A Sociologia da Ciência encara a produção da ciência como elemento central para o entendimento da dinâmica social. As principais questões que emergem são: A ciência é socialmente construída? Quais atores participam do processo de construção científica? A ciência é neutra? Como os cientistas traduzem suas pesquisas e seus resultados em contextos externos à ciência? Qual a validade dos resultados da ciência para informar a tomada de decisão em políticas públicas?

Os avanços da Sociologia da Ciência permitiram aos economistas entenderem que a estrutura da pesquisa científica é um sistema não mercado: existem mecanismos não típicos de mercado (aspectos não pecuniários) que garantem que o estoque de conhecimento cresça indefinidamente. Muito cedo, sociólogos como Merton (1957) entenderam que os esforços científicos são recompensados em termos de prestígio social e o desempenho dos pesquisadores é julgado por padrões científicos e não por contribuições econômicas avaliadas em um mercado. Os cientistas são treinados para produzir conhecimentos cientificamente importantes e são julgados de acordo com isso. Raramente são julgados por critérios puramente econômicos.³

Enquanto os filósofos, historiadores e sociólogos se sentiram atraídos pela ciência, a preocupação dos economistas surgiu tardiamente. De acordo com Rosenberg (2000), uma justificativa plausível, porém parcial, que ajuda a entender esse relativo interesse tardio, é que uma interpretação econômica das atividades científicas parecia impossível devido à aceitação da neutralidade da ciência (ver Quadro 2). A crença era que os cientistas buscavam responder a perguntas enigmáticas não compreendidas por pessoas comuns e que certamente não respondiam a motivos econômicos.

Outra razão que ajuda a explicar o tardio surgimento da Economia da Ciência está intrínseca à dificuldade em calcular, *ex ante*, em termos monetários os benefícios da pesquisa científica. Ademais, mesmo quando o novo conhecimento científico – especialmente aquele proveniente de pesquisa básica – é concebido, ele não ingressa no mercado automaticamente e seu valor econômico é de difícil aferição (ROSENBERG, 2000).

Esse tardio interesse não minimiza a importância do enfoque econômico, e apesar dos avanços em termos teóricos e empíricos em entender o papel da ciência e dos cientistas, há ainda espaço para novas contribuições. Por ora, cabe questionar qual a relevância da ciência para os economistas. A resposta se encontra na seção 3, porém vale alentar que ela depende do interesse de cada economista e do seu viés teórico.

3. Por isso, o mercado de ciência foi reconhecido como ineficiente já que apresenta problemas típicos de informação assimétrica. Por exemplo, o custo de monitorar os esforços de pesquisa é bastante elevado e em muitos casos não pode ser observado pelo principal que patrocina a pesquisa (seja ele público ou privado) (DASGUPTA; DAVID, 1994).

Quadro 2 – Neutralidade da ciência

A neutralidade da ciência está relacionada à sua imparcialidade e à sua autonomia. De acordo com essa visão, a atividade científica não possui juízo de valor; é um meio neutro para atingir fins social e/ou economicamente determinados. Desse modo, a ciência determina o comportamento de todas as variáveis do sistema social. Esse determinismo, no limite, leva a conclusões de que os avanços científicos sucedem os avanços sociais de acordo com uma lógica que lhes é própria, que não estariam nem social, política, econômica e culturalmente determinados.

De acordo com Merton (2013), a neutralidade da ciência encontrava respaldo no ethos da ciência moderna, o qual é caracterizado pelo:

- i. universalismo científico (a ciência é uma atividade impessoal, objetiva e democrática);
- ii. comunismo científico (os direitos de propriedade são reduzidos na ciência pela ética, portanto, o direito de propriedade científica equivale à gratidão, reconhecimento e estima);
- iii. desinteresse (a ciência não tem outro interesse senão o da busca de benefícios para a sociedade);
- iv. ceticismo científico (a ciência é imparcial, empírica e lógica).

De outro espectro, a questão da não neutralidade da ciência vê que os valores sociais determinam as teorias científicas. Portanto, a ciência é uma construção social e os contextos políticos, sociais, culturais e econômicos não devem ser negligenciados, uma vez que eles afetam a ciência (DAGNINO, 2010).

2. PAPEL DA CIÊNCIA PARA A ECONOMIA

Historicamente, observa-se que o conhecimento técnico, aplicado em atividades produtivas, foi sendo acumulado de modo empírico e rudimentar, sem qualquer embasamento científico, mesmo antes do surgimento do capitalismo como sistema de produção.

A partir do processo de industrialização com a Primeira Revolução Industrial, a ciência tornou-se uma atividade cada vez mais endógena ao aumentar sua dependência em relação à tecnologia, a qual passa a ser cada vez mais dependente dos avanços científicos. De acordo com Noble (1979), quando o capitalismo se apropria da ciência, o ritmo da produção aumenta significativamente e a pesquisa científica passa a ser o motor da inovação.

A ciência foi introduzida ao sistema produtivo por meio de esforços combinados de artesãos inovadores,⁴ os quais haviam tido algum contato com descobertas científicas realizadas nas universidades, por exemplo, e de capitalistas, que igualmente tiveram contato com tais descobertas. Enquanto os artesãos viam no novo conhecimento científico sobre a natureza dos materiais, por exemplo, a base para métodos de produção aprimorados e novos, os capitalistas reconheciam uma maneira potencial para aumentar os lucros (NOBLE, 1979).

A história mostra que a tecnologia serviu como repositório natural de conhecimentos empíricos, os quais se tornaram objeto de interesse por parte da ciência,

4. Inventores individuais ou pseudoengenheiros, ou seja, aqueles curiosos que acabam por descobrir técnicas mais eficientes de se chegar a um artefato ou produto.

sendo analisados e avaliados por cientistas. Portanto, de acordo com Rosenberg (2006b), há elementos históricos que comprovam que, em grau considerável, o conhecimento técnico precede o conhecimento científico. Foi o uso prático que estimulou a ciência e não o contrário⁵ (NOBLE, 1979).

A trajetória de certas tecnologias identificou e definiu os limites de novos melhoramentos, o que, por sua vez, orientou o foco da pesquisa científica subsequente, conforme Quadro 3. Assim, a tecnologia possibilitou avanços na ciência com fins de acumular capital, por meio da aplicação das descobertas na física e na química ao processo produtivo, o que influenciava novas pesquisas científicas em direções específicas (ROSENBERG, 2000).

Quadro 3 – O caso da Bell Laboratories

A história da ciência e da tecnologia está repleta de narrativas que mostram que certas tecnologias precederam descobertas científicas e influenciaram os rumos das pesquisas subsequentes.

Por exemplo, os pesquisadores industriais William Shockley, John Bardeen e Walter Brattain da Bell Laboratories, centro de pesquisa da AT&T, fundado por Graham Bell (em 1925), descobriram que um aparelho semicondutor funcionava como amplificador, porém não como eles esperavam, o que os levou a avançar a teoria da física em relação às características elétricas dos semicondutores (RIORDAN; HODDESON; HER-RING, 1999; ROSENBERG, 2000; NELSON, 2006).

As pesquisas resultantes desse avanço tecnológico consagraram os três pesquisadores com o Nobel de Física em 1956. Muitas tecnologias precederam a formulação de uma teoria que pudesse explicar de forma satisfatória seu funcionamento, logo, por um lado, tem-se o uso de uma tecnologia, e de outro, o seu funcionamento (NOSENKO, 2008), os quais não necessariamente progredem no mesmo ritmo. O Bell Laboratories é o exemplo mais concreto disso.

A evolução da indústria testemunha a incorporação da pesquisa científica e a aplicação de novos conhecimentos à rotina do processo produtivo, no final do século XIX (NOBLE, 1979; LANDES, 2005), a partir da chamada Segunda Revolução Industrial, a qual marca a incorporação da ciência pelo capital na produção. O sistema de P&D passou a estar vinculado às atividades produtivas e às técnicas rotineiras (FREEMAN; SOETE, 2008).

Somente a partir da década de 1870, os principais laboratórios de P&D foram

5. O desenvolvimento científico até início da era contemporânea não teve como principal promotora as universidades, já que foram redutos da filosofia escolástica medieval e tinham a tendência de explorar questões metafísicas não se dedicando às questões empíricas e experimentais. Foram as “sociedades cultas” (*learned societies*) como a *Royal Society de Londres* e a *Académie des Science de Paris* que promoveram a aproximação entre filosofia natural e a tecnologia (SUPRINYAK, 2009). A *Royal Society*, por exemplo, primava pela produção de conhecimento com ênfase em experimentos como forma de resolução de controvérsias e estabelecimento definitivo de resultados e suas atividades deveriam produzir conhecimento útil capaz de beneficiar artífices e pseudoengenheiros (MOKYR, 2005).

estabelecidos no setor industrial, embora laboratórios de governos e de universidades tivessem existido anteriormente (FREEMAN; SOETE, 2008). Nesse contexto, os laboratórios de pesquisa das empresas industriais foram fortemente moldados pelas necessidades e desafios impostos pelas tecnologias industriais.

O papel dos cientistas era criar tecnologias e aperfeiçoar o desempenho daquelas já empregadas no processo produtivo com vistas à redução de custos. Assim, o laboratório de pesquisa das empresas industriais foi capaz de subjugar a ciência a critérios empresariais. Ao fazê-lo, a ciência tornou-se cada vez mais endógena, tendo suas direções moldadas pelas forças econômicas. Conforme sugere Rosenberg (2000), a imagem popular do pesquisador excêntrico, em sua torre de marfim, em busca de conhecimento básico, aparentemente sem fins práticos e lucrativos, mudou com a intensificação da industrialização.

Além da aplicação da ciência no processo produtivo, também se passou a utilizá-la para melhor organizar o trabalho nas corporações industriais modernas, dando espaço para o surgimento da gerência científica com a aplicação dos métodos da ciência aos problemas complexos e crescentes da administração. As principais contribuições surgem da administração científica de Taylor (FLEURY; VARGAS, 1987).

O desenrolar do século XX é marcado pelo aumento dos custos envolvidos na pesquisa científica e pela institucionalização do cientista com funcionário assalariado em universidades, institutos públicos orientados para pesquisa e laboratórios industriais. De acordo com Freeman e Soete (2008, p. 25), a expansão das entidades de P&D “foi talvez a mudança social e econômica mais importante para a produção no século XX”.

Nessa esteira, em meados do século XX, o cientista alheio às perturbações do mundo já havia sido substituído pela realidade da comunidade científica, dos trabalhadores intelectuais organizados em universidades e empresas, integrados na chamada *big science*. Por exemplo, durante a Segunda Guerra Mundial pode-se citar o Projeto Manhattan (para o desenvolvimento de bombas atômicas), no contexto da Guerra Fria, o Programa Apollo e o Programa Espacial Soviético, e na década de 1990 o Grande Colisor de Hádrons. Portanto, a ciência deixa de ser vista como um processo regido por meras leis da criatividade – como entidade autônoma e independente da sociedade – para ser considerada produto da sociedade para a sociedade. Portanto, os avanços na pesquisa científica passam a ser direcionados cada vez mais por objetivos sociais e econômicos.

O impacto da tecnologia sobre a ciência não foi desprezível na formulação da agenda ulterior da ciência, sobretudo a que apresentava um elevado retorno potencial. Ou seja, a agenda de pesquisa científica está intimamente ligada às necessidades tecnológicas induzidas pela produção e pela gestão da produção. Desse modo, a ciência

cia tornou-se, no decorrer do século XX, crucial para as trajetórias de crescimento de longo prazo das sociedades industriais.

Em muitos casos, o avanço tecnológico foi, e ainda é, um relevante direcionador da pesquisa científica primeiramente pelos altos retornos potenciais (financeiros e sociais). O sucesso comercial desse avanço tecnológico requer inúmeras invenções complementares e desenvolvimento de tecnologias auxiliares, e essas exigências proporcionam pontos de interesse para a pesquisa científica. De acordo com Rosenberg (*apud* LANDAU; TAYLOR; WRIGHT, 1996), um grande número dos maiores desafios científicos foi criado por novas tecnologias.

Outro fator que mostra que, em muitos casos, os avanços científicos sucederam os avanços tecnológicos diz respeito às mudanças na estrutura de incentivos econômicos. Uma tecnologia que possui elevado preço tem a probabilidade, *ceteris paribus*, de gerar um restrito número de aplicações industriais. No entanto, à medida que essa tecnologia se torne mais barata devido aos melhoramentos tecnológicos, ela passa a ser amplamente utilizada, e seu baixo preço a torna mais atrativa para outros usos potenciais. Assim, após as inovações levarem à queda do preço e ao aumento da oferta, torna-se possível um expressivo aumento nos testes e nas pesquisas por parte de novos usuários (ROSENBERG, 2000).

Finalmente, os avanços tecnológicos ajudam a validar a possibilidade de certas classes de fenômenos e, por conseguinte, a elevar a probabilidade de realizar pesquisas de valor científico e de valor tecnológico (ROSENBERG, 2000).

Nessa esteira, verifica-se que os investimentos do passado em determinadas tecnologias podem condicionar as pesquisas científicas futuras. Rosenberg (2000) demonstra que grande parte dos gastos em P&D das empresas americanas é direcionada, por exemplo, a melhoramentos de produtos e processos já existentes, enquanto a minoria é investida no desenvolvimento de produtos e processos novos. Desse modo, a prioridade da indústria provê a base para novas prioridades no mundo da pesquisa científica. Essas prioridades exercem influência, não apenas na pesquisa industrial, mas também na comunidade acadêmica. O progresso científico, por conseguinte, foi, e tem sido, modelado por considerações tecnológicas e, portanto, econômicas. Logo, a ciência é endógena ao sistema, corroborando a tese da não neutralidade da ciência, apresentada no Quadro 2.

Portanto, o modo com que a sociedade industrial se organizou ajudou a forjar o vasto domínio científico devido às necessidades e aos incentivos econômicos. Esse domínio científico possibilitou que a economia se tornasse intimamente ligada a ele e ajudasse a definir tanto as trajetórias que pudessem indicar retornos financeiros elevados quanto os problemas empíricos que estimulassem o pensamento científico.

Apesar de se reconhecer o papel dos avanços tecnológicos na evolução do estoque

de conhecimento científico, essa relação não é unidirecional: a tecnologia e o entendimento da ciência tendem a coevoluir. Portanto, não se está defendendo uma visão determinista da tecnologia. Reconhece-se que a ciência possui uma lógica própria de desenvolvimento associado a diferentes paradigmas científicos. Em muitos casos, o avanço da ciência resultou da exclusiva curiosidade dos pesquisadores. Em tantos outros, os avanços no conhecimento levaram a esforços para melhorar práticas tecnológicas e, às vezes, melhorias na prática levaram a avanços no conhecimento (NELSON, 2004; 2006). Ou seja, há ricos exemplos que mostram que, quando a pesquisa científica veio antes de algum avanço tecnológico, estabeleceu-se uma vinculação entre a tecnologia e o campo específico da ciência, o qual se tornou responsável pela grande intensificação da pesquisa nesse campo (ROSENBERG, 2006b). É o caso apresentado no Quadro 4 sobre a nanociência e a nanotecnologia.

Quadro 4 – Avanços na nanociência e na nanotecnologia

Os avanços na área de nanociência sobre os princípios físicos e químicos fundamentais de moléculas e estruturas com uma dimensão entre 1 a 100 nm (nanômetros) foram possíveis somente graças ao desenvolvimento do microscópio de corrente de tuneamento (*scanning tunnelling microscope* – STM) e do microscópio de força atômica (*atomic force microscope* – AFM), na década de 1980. Embora toda observação empírica e toda manipulação em nanoescala tenham ocorrido a partir dos avanços mencionados, em 1959 o conceito teórico já havia sido apresentado por Richard Feynman na reunião da *American Physical Society* em Caltech, descrevendo a nanotecnologia como um campo importante para o futuro da ciência (TOUMEY, 2005; apud HODGE; BOWMAN, 2010).

Os resultados das pesquisas em nanociência ajudaram a explicar que as partículas nano, embora sendo do mesmo elemento químico, comportam-se de forma distinta vis-à-vis às partículas maiores, portanto, graças a tais estudos, ficou comprovado que o tamanho da partícula é importante, uma vez que muda a natureza das interações das forças entre as moléculas do material.

A principal contribuição da nanociência foi a descoberta dos fulerenos, ou seja, os carbonos C60 mais estáveis depois do diamante e grafite. A aplicação do conhecimento sobre moléculas e nanoestruturas em dispositivos nanométricos permitiu o avanço da nanotecnologia e criou nanoestruturas com objetivos industriais (MARTINS, 2009).

Desse modo, os avanços do conhecimento da manipulação de matérias em escalas moleculares e atômicas influenciaram o surgimento de novas tecnologias que, por sua vez, impulsionaram ainda mais a necessidade de avanço da fronteira do conhecimento em nanociência. Assim, têm-se de um lado pesquisadores trabalhando em pesquisas em nanociência, enquanto outros estão desenvolvendo aplicações e produtos em nanotecnologia.

O que se busca evidenciar aqui não é a chamada hipótese linear (ciência à tecnologia à inovação), mas o fato de a nanotecnologia ser um domínio liderado pela ciência (*science-driven*), portanto, inimaginável pensar em produtos nanotecnológicos cujo funcionamento é conhecido e entendido, sem a ciência da nanotecnologia, ou seja, a nanociência. Há uma literatura extensa sobre os avanços da nanociência e da nanotecnologia e como elas impactam a sociedade: Roco e Bainbridge (2001), Kostoff et al. (2006), e Toumey (2006; 2007).

Dado o reconhecimento do caráter endógeno da ciência e de sua relevância para a economia, alguns pontos formam as bases conceituais para o entendimento do que vem sendo denominado de Economia da Ciência, apresentada na seção seguinte.

3. ECONOMIA DA CIÊNCIA

Alguns economistas já reconheciam a importância da ciência. Por exemplo, Adam Smith, em *A Riqueza das Nações*, tratou da pertinência dos assuntos de filosofia e de especulação, sendo especulação o termo utilizado para pesquisa (PAVITT, 1991). Smith estava ciente de que as melhorias no maquinário provinham tanto dos fabricantes de máquinas como de seus usuários, mas igualmente provinham dos filósofos e dos especuladores que tudo observam (FREEMAN; SOETE, 2008).

Também Karl Marx, em *O Capital*, atentou-se à complexa inter-relação entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico (ROSENBERG, 1974a). Para Marx (1985), evoluções nas ciências permitiram a persistente substituição do capital variável (trabalho) pelo capital constante, aumentando a extração da mais-valia.

Schumpeter (1985), em *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, deu centralidade ao papel da inovação em sua teoria do desenvolvimento, focando no empreendedor. Foi somente com a maturidade que Schumpeter reconheceu a internalização das atividades científicas e inventivas pelas empresas. Em seu artigo *The Instability of Capitalism*, Schumpeter (1928) mostra que a administração burocrática das inovações estava substituindo o talento individualista. Ademais, Schumpeter (1928) chama atenção para o fato de que as grandes empresas estavam se tornando o principal veículo para a inovação técnica na economia (FREEMAN; SOETE, 2008). Mais tarde, Schumpeter (1984) em *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, vê a ciência como um dispositivo que permitiria o avanço tecnológico.

As pesquisas subsequentes no ramo da Economia da Ciência foram influenciadas pelo Relatório de Vannevar Bush encomendado pelo presidente dos Estados Unidos, Franklin Roosevelt e entregue ao presidente Harry Truman em 1945, chamado *Science: the endless frontier*. Em tal documento, Bush (1945) propõe a organização do sistema de pesquisa norte-americano, no pós-guerra, contando com a indústria, a universidade, os laboratórios públicos de pesquisa e o governo – o que, mais tarde, seria tratado pela abordagem dos Sistemas de Inovação (Capítulos 13 e 14), cabendo ao governo o papel de planejador e de financiador da pesquisa básica. O relatório contém, provavelmente, uma das primeiras definições de pesquisa básica, em documento público, e a ideia de que ela é a criadora do progresso tecnológico (CRUZ, 2014). Demais contribuições, ainda que indiretas à Economia da Ciência, podem ser encontradas em estudos sobre mudança tecnológica, como os trabalhos de Schmookler (1952; 1954; 1957) e Griliches (1957). Nelson (1959a; 1959b) também contribuiu, estruturando a chamada economia da

pesquisa científica básica e a economia da invenção. Em todos esses trabalhos, reconhece-se a importância da ciência para os avanços tecnológicos. Por exemplo, Nelson (1959a) afirma que novos conhecimentos científicos facilitam imensamente as invenções e que indústrias tecnologicamente dinâmicas tendem a se apoiar em bases científicas fortes.

Os esforços de Griliches (1957) e Polanyi (1962) e a importante conferência que reuniu na Universidade de Minnesota nos EUA, Richard Nelson, Simon Kuznets, Fritz Machlup, Irving Siegel, Kenneth Arrow, Jacob Schmookler, dentre outros, também foram relevantes. Em tal reunião, promovida pelo *National Bureau Committee for Economic Research* (NBER) e pelo *Social Science Research Council* (SSRC),⁶ discutiram-se o crescimento econômico e as mudanças tecnológicas, com foco nas atividades inventivas (NELSON, 1962a).

Os trabalhos desse encontro foram influenciados pelas discussões crescentes resultantes da guerra fria sobre as atividades inventivas relacionadas à segurança nacional e à capacidade competitiva das empresas norte-americanas. Embora os estudos gerados na conferência tenham sido mais normativos do que práticos, no que concerne à alocação eficiente de recursos (NELSON, 1962a), temas importantes foram trazidos à tona na época.

A partir do conjunto dos trabalhos apresentados no evento, calcados na análise econômica clássica, as atividades inovativas foram avaliadas a partir de instrumentais econômicos tradicionais. Entretanto, com esses estudos, ficou evidente que a ciência formal do início do século XX passara a ter papel relevante em atividades inventivas *vis-à-vis* o século anterior, o que fora corroborado pelos exemplos dos avanços na química e na eletrônica (NELSON, 1962a). Para Nelson (1962a), de modo geral, esse reconhecimento marca a ciência como importante fator no processo de invenção. Desse modo, questões relacionadas à oferta de recursos alocados às atividades inventivas e aos resultados dos esforços inventivos foram abordados e alguns trabalhos tangenciaram pontos que se tornaram pertinentes para a Economia da Ciência, como os trabalhos de Arrow (1962), Nelson (1962b) e Siegel (1962). Soma-se a esses o estudo de Schmookler (1965).

Graças à repercussão do Relatório de Vannevar Bush e aos esforços intelectuais

6. Tanto a NBER (fundado em 1920) quanto a SSRC (fundado em 1923) são organizações não governamentais sem fins lucrativos. A primeira tem como objetivo realizar pesquisas econômicas e disseminar seus resultados por meio de textos para discussão, livros e seminários aos formuladores de políticas, empresas e comunidade acadêmica, enquanto a última, fomentar pesquisas inovativas, investir em novas gerações de cientistas sociais e mobilizar conhecimentos necessários em questões públicas importantes.

realizados na reunião promovida pelo NBER e SSRC, ficou cada vez mais claro para os economistas que as demandas sociais e tecnológicas eram fatores direcionadores das pesquisas científicas (NELSON, 1962a). A ciência se tornou cada vez mais endógena ao progresso tecnológico e ao desenvolvimento econômico.⁷

Entretanto, os instrumentos calcados na análise econômica tradicional, como aqueles utilizados em grande parte dos estudos apresentados na reunião promovida pelo NBER e SSRC, e que foram empregados para investigar os impactos dos resultados da pesquisa científica e para analisar o comportamento dos cientistas, apresentaram análises insuficientes.

Cabe ressaltar que a teoria econômica tradicional não foi capaz de incorporar o papel da ciência e da tecnologia em suas análises – restringe-se à mudança dos coeficientes técnicos de produção. Somente com o distanciamento dos fundamentos econômicos tradicionais, a ciência e a tecnologia ganham destaque teórico na economia, o que ocorrera a partir dos trabalhos dos economistas evolucionários, especialmente desde as contribuições de Nelson e Winter (2005) (Capítulos 1 e 6).

De acordo com Nelson (2004; 2006), o domínio do conhecimento científico de uma tecnologia serve para ampliar a área dentro da qual uma empresa pode ver relativamente com mais clareza e, assim, fazer julgamentos fundamentados sobre quais caminhos são promissores e quais são possíveis “becos sem saída”. Além disso, a ciência fornece maneiras poderosas de experimentar e testar novos produtos/projetos, de modo que uma empresa pode explorar o mérito de tais produtos/projetos sem ir para as versões operacionais de grande escala. Portanto, conforme Nelson (2004; 2006) sugere, uma base científica sólida permite que o processo de desenvolvimento e de invenção seja relativamente mais produtivo e poderoso do que seria com uma base científica fraca. Ademais, a pesquisa é um subproduto do desenvolvimento de um novo produto ou processo (ROSENBERG, 1990). Em alguns casos, a pesquisa é necessária se a empresa quiser ficar a par da evolução relevante da ciência e poderá mais facilmente absorver as descobertas científicas de outros pesquisadores (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

7. Duas linhas de pesquisa se sobressaíram e dominaram os estudos na Economia da Ciência. De acordo com Antonelli, Franzoni e Geuna (2011), a primeira se refere aos efeitos dos mecanismos de recompensa da produção de ciência e as principais contribuições de âmbito econômico são de Dasgupta e David (1985) e Dasgupta e Maskin (1987). A segunda linha de pesquisa se refere aos efeitos do ciclo de vida e aos mecanismos de carreira sobre a produtividade dos cientistas e as principais contribuições são creditadas, sobretudo a Levin e Stephan (1991), Stephan e Levin (1996) e Stephan (1996). Diamond (1996) e Stephan (1996) apresentam uma revisão da literatura com os principais trabalhos e contribuições sobre ambas as linhas de pesquisa.

De acordo com Noble (1979), a empresa que consegue subordinar a ciência e direcioná-la para seus próprios fins, adquire considerável vantagem comparada às concorrentes, já que amplia suas oportunidades tecnológicas. Assim sendo, as empresas realizam pesquisa para que consigam entender melhor como e onde conduzir pesquisas de natureza mais aplicada e para que possam interagir com demais instituições que produzem ciência, como universidades e institutos públicos de pesquisa (ROSENBERG, 1990).

As bases conceituais da Economia da Ciência encontram raízes nos trabalhos apresentados anteriormente, os quais serviram como guias para estudos teóricos e empíricos posteriores e também como cursor de discussões de política pública subsequentes. A partir de um esforço de síntese das contribuições de diferentes autores, é possível apresentar algumas questões fundamentais na chamada Economia da Ciência como a diferença entre ciência básica e aplicada, a estrutura de incentivo da pesquisa científica e a privatização da ciência.

3.1 Da ciência básica à ciência aplicada

Interessante notar que a pesquisa básica (pura) e a pesquisa aplicada foram tratadas conceitualmente de forma separada, de acordo com seus diferentes objetivos. A primeira, com objetivo de ampliar a compreensão dos fenômenos de um campo da ciência, realizada sem fins práticos e lucrativos e inspirada pela busca do entendimento, era conhecida como *natural philosophy*. Seus resultados estavam centrados na descoberta de verdades metafísicas sobre a natureza do universo (NOBLE, 1979).

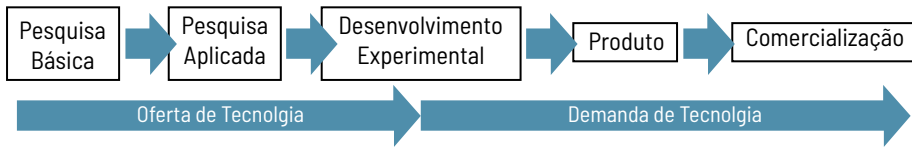
Do outro lado, os homens práticos (os tecnólogos) tinham pouca ou nenhuma preocupação por teorias abstratas e seu interesse estava na utilidade e nos lucros. Portanto, a ciência aplicada era tida como inspirada por considerações de uso, ou seja, voltada a alguma necessidade específica, para solucionar problemas práticos. De acordo com Nelson (1959a), a pesquisa aplicada dificilmente resultaria em rupturas de paradigmas científicos, a não ser por acaso.

É da pesquisa básica que avanços significativos no estoque de conhecimento de fato provêm.

A separação categórica entre pesquisa básica e pesquisa aplicada implicou a cisão entre ciência e tecnologia. A ciência resultando exclusivamente da pesquisa pura, e a tecnologia resultando da pesquisa aplicada.

Esse divórcio levou ao entendimento de que a pesquisa básica fosse considerada a etapa inicial do processo de desenvolvimento científico, a qual levaria à pesquisa aplicada e, em seguida, à inovação. Esse foi conhecido como modelo linear (*science push*) (Figura 1), amplamente criticado pelo fato de não incluir os efeitos da retroalimentação (KLINE; ROSENBERG *apud* LANDAU; ROSENBERG, 1986).

Figura 1 – Modelo linear da inovação tecnológica



Fonte: Viotti (apud VIOTTI; MACEDO, 2003, p. 46).

A despeito das severas críticas,⁸ esse modelo serviu como mote para a formulação de inúmeras políticas públicas, inclusive como justificativa para o financiamento público à pesquisa científica e o incentivo do setor produtivo a investir em P&D. A premissa era que os resultados da ciência básica seriam materializados quando convertidos em inovações tecnológicas pelos processos de transferência de tecnologia. Nessa visão, a ciência era considerada a principal fonte da inovação tecnológica.

A discriminação entre ciência e tecnologia levou a conclusões que a ciência é desenvolvida apenas nas universidades e nos laboratórios públicos de pesquisa, enquanto os cientistas que trabalham em empresas privadas estariam preocupados com o desenvolvimento de tecnologia (NELSON, 1982). Para Dasgupta e David (1994), em vez de analisar a distinção entre pesquisa básica e a aplicada, a partir da natureza dos seus respectivos objetivos, o foco analítico deve estar na diferença entre as comunidades de pesquisa: organização social da ciência, de um lado, e organização social da tecnologia, de outro.

Em outras palavras, a principal diferença entre esses dois tipos de comunidades de pesquisa não é o método de pesquisa, nem a natureza do conhecimento obtido, nem mesmo a fonte de recursos financeiros que possibilita a pesquisa, mas as normas de comportamento de cada comunidade, especialmente no que se refere à publicidade dos resultados da pesquisa e do sistema de recompensas. Assim, a contribuição de Dasgupta e David (1994) está em separar os cientistas acadêmicos dos cientistas industriais. Nessa esteira, o que diferencia um grupo do outro é a estrutura das regras socioeconômicas na qual a pesquisa é realizada

8. Kline e Rosenberg (1986) criticam fortemente o modelo linear, sugerindo o modelo de elos em cadeia (*chain-linked model*), o qual rompe com a ideia de sequenciamento de etapa onde a pesquisa básica não necessariamente antecede a pesquisa aplicada. Para os autores, o processo central da inovação não é a pesquisa básica, mas sim o design. “De certa forma, um design é essencial para iniciar inovações técnicas, e os redesigns são essenciais para o sucesso final [...]. Os problemas levantados pelos processos de design e de testes de novos produtos e novos processos geralmente geraram pesquisas – a verdadeira ciência – e, em alguns casos, até deram origem a novos ramos da matemática.” (KLINE; ROSENBERG, 1986, p. 286, tradução nossa).

e o que cada grupo faz com seus resultados de pesquisa. Portanto, o relevante não é a habilidade cognitiva de cada um, nem se a pesquisa tem objetivo de ampliar o conhecimento ou se tem fins práticos.

Assim sendo, é irrelevante distinguir entre pesquisa básica e pesquisa aplicada levando em conta seus objetivos. Exemplos na história mostram que progressos fundamentais frequentemente ocorreram enquanto se estava trabalhando com problemas práticos ou aplicados. Há evidências concretas de que tanto a busca pelo entendimento quanto sua aplicação podem influenciar as escolhas da pesquisa. O caso emblemático é do cientista francês Louis Pasteur:

[ele, Pasteur] buscava um entendimento fundamental dos processos de doença e de outros processos microbiológicos que ia descobrindo, à medida que se movia pelos estudos sucessivos de sua notável carreira. Mas também não existem dúvidas de que ele buscava tal entendimento para alcançar os objetivos aplicados de prevenir a deterioração na produção de vinagre, cerveja, vinho e leite, e de vencer a flacherie no bicho-da-seda, o antraz no gado ovino e bovino, a cólera no frango, e raiva em animais e seres humanos. [...] à medida que os estudos de Pasteur se tornavam progressivamente mais fundamentais, os problemas escolhidos por ele e as linhas de investigação adotadas tornavam-se progressivamente mais aplicados. [...] Pasteur [...] nunca realizou um estudo que não fosse aplicado, ao mesmo tempo que dava forma a todo um novo ramo da ciência (STOKES, 2005, p. 31).

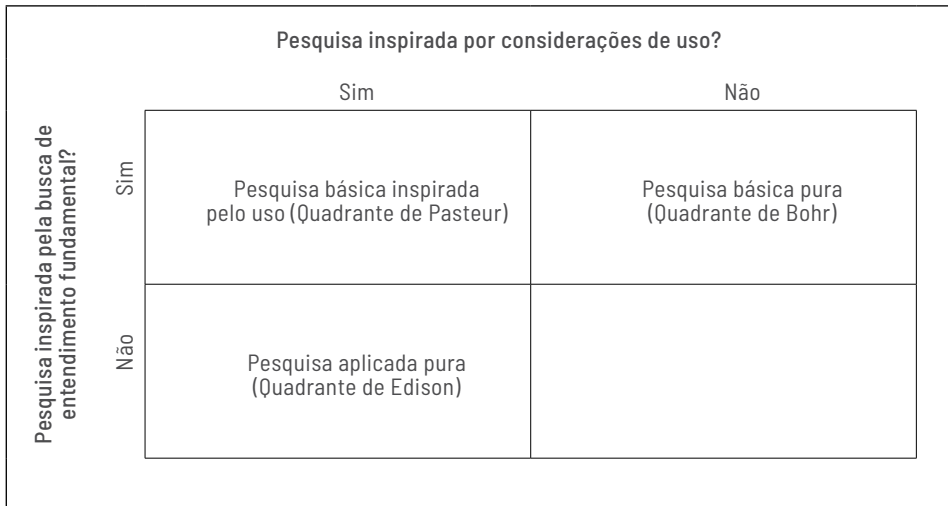
Outros exemplos podem ser utilizados. No campo da economia, John Maynard Keynes tinha um forte desejo de compreender a dinâmica macroeconômica em um nível fundamental e básico, contribuindo para o avanço da teoria econômica, mas também queria superar a depressão econômica de 1921, contribuindo para soluções práticas para problemas reais (STOKES, 2005).

Os casos apresentados estariam no Quadrante de Pasteur, proposto por Stokes (2005). De acordo com o autor, tal quadrante se refere aos campos científicos dedicados ao mesmo tempo a solucionar problemas práticos particulares e a avançar o entendimento. Portanto, reconhece-se que é possível que avanços significativos no estoque de conhecimento científico também possuam valores práticos. Novos conhecimentos podem servir como insumo para outras pesquisas, logo, a pesquisa básica pode gerar substanciais externalidades para a pesquisa aplicada.

O Quadrante de Pasteur oferece o respaldo teórico para que o avanço do conhecimento esteja pautado na pesquisa básica inspirada pelo uso que, por colocar o conhecimento em movimento e atender às demandas sociais, pode ser a base do novo pacto entre as comunidades científica e política. Outros quadrantes foram igualmente identificados por Stokes (2005), conforme apresentado na Figura 2. O Quadrante de Edison contempla a pesquisa aplicada visando ao desenvolvimento tecnológico sem a busca por avanços no entendimento. Possui certa relevância científica e a utilização da ciência ocorre com perspectivas estratégicas. Como exemplo, cita-se o sistema de iluminação elétrica desen-

volvido por Thomas Edison. O Quadrante de Bohr, por sua vez, representa a utilização da pesquisa básica sem aplicação imediata. Não há compromisso em desenvolver algum produto ou processo específicos. O objetivo é a interpretação dos fenômenos da natureza. O exemplo provém das pesquisas de Niels Bohr, cujas contribuições à teoria quântica o levaram a ser consagrado com o Prêmio Nobel de Física em 1922.

Figura 2 – Modelo de quadrantes da pesquisa científica



Fonte: Stokes (2005, p. 118).

O Quadrante Ruetsap é o da anticiência (quadrante branco na Figura 2), ou seja, representa as necessidades da sociedade não supridas pelos demais quadrantes. São classificados assim os fenômenos sociais, científicos e tecnológicos nas áreas externas à academia, além das pesquisas motivadas pela curiosidade do pesquisador, o que Stokes (2005) define como fatos particulares, como é o caso dos observadores de aves.

3.2 Estrutura de incentivo das atividades de pesquisa científica

Um importante incentivo para a produção de pesquisa é o reconhecimento atribuído à descoberta científica. Esse incentivo foi apresentado por Merton (1970) e possui diversas formas, dependendo da importância que a comunidade científica atribui à descoberta.

Por exemplo, a eponímia – aludir à descoberta científica o nome do pesquisador – é prática recorrente. Mal de Alzheimer, assim chamado graças aos resultados das pesquisas sobre doenças neurodegenerativas realizadas pelo psiquiatra

alemão Aloysius Alzheimer; índice de Gini, devido às pesquisas do matemático italiano Corrado Gini; mal de Parkinson, devido à descoberta do médico inglês James Parkinson de uma doença neurológica degenerativa que afeta o sistema nervoso central; equilíbrio de Pareto, graças às pesquisas do economista italiano Vilfredo Pareto sobre seus estudos acerca dos princípios fundamentais da microeconomia neoclássica.

O reconhecimento também acontece de outras formas: Prêmio Nobel (de física, de química, de medicina, de economia), Medalha Fields (de matemática), Prêmio Abel (de matemática), etc. Pertencer a uma sociedade científica também é uma forma de reconhecimento. As publicações, igualmente, incentivam a pesquisa. Quanto mais publicações de impacto e quanto mais citações, mais reconhecido é o pesquisador (refletindo a máxima *publish or perish* amplamente difundida no *ethos* científico atual).

Outra recompensa comumente atribuída como incentivo à produção científica relaciona-se à satisfação obtida pela resolução de problemas (*puzzles*). De acordo com Hagstrom (1965 *apud* STEPHAN, 1996), a pesquisa é de muitas maneiras uma espécie de jogo, um jogo de solução de problemas (*puzzle solving*) cuja solução é a sua própria recompensa.

A remuneração financeira é outro componente da estrutura de recompensa da ciência. Ela é dividida em duas partes: uma proporcional independentemente do sucesso individual do pesquisador, mas pelo seu esforço; a outra reflete o valor da contribuição à ciência.

Do exposto, têm-se pelo menos três incentivos:

- i. Reconhecimento
- ii. Satisfação
- iii. Remuneração financeira

O incentivo à produção de conhecimento científico baseado tanto no reconhecimento quanto na satisfação dos cientistas não é *market-based*. Tais incentivos criam uma sorte de ativo privado – uma forma de propriedade intelectual – a partir da abdicação da posse exclusiva do novo conhecimento (DASGUPTA; DAVID, 1987 *apud* STEPHAN, 1996).

Um sistema de recompensas baseado na reputação provê um mecanismo que captura as externalidades associadas à descoberta científica. Quanto mais o trabalho do pesquisador é utilizado, maior é sua reputação e maiores os ganhos financeiros. Ademais, a natureza pública do conhecimento científico permite que os demais agentes possam utilizar o conhecimento, o que, por sua vez, realça a reputação do pesquisador (STEPHAN; LEVIN, 1996).

Quadro 5 – Conhecimento científico codificado versus tácito

Conhecimento e informação, apesar de serem correlacionados, não são sinônimos. O conhecimento pode ser dividido em diferentes tipos: *know-how*, *know-who*, *know-why* e *know-what* (FORAY; LUNDVALL, 1998; JENSEN et al., 2007; LUNDVALL, 2007c; 2008).

De acordo com Lundvall (2008), *know-what* se refere ao conhecimento sobre fatos, ou seja, o conhecimento é próximo em significado ao que geralmente é chamado de informação. *Know-why* se refere a um conhecimento científico específico, sobre princípios e leis que movem a natureza, a mente humana e a sociedade, e é importante para o desenvolvimento tecnológico em certas áreas científicas, como a indústria eletroeletrônica e a indústria química (FORAY; LUNDVALL apud NEEF; SIESFELD; CEFOLA, 1998, p. 116). *Know-how*, por sua vez, refere-se à habilidade de fazer algo e *know-who* envolve o conhecimento acerca de quem sabe algo e quem sabe como fazer algo (FORAY; LUNDVALL apud NEEF; SIESFELD; CEFOLA, 1998).

Know-what e *know-why* são facilmente codificados e, por isso, são chamados também de informação. *Know-how* e *know-who* são relativamente mais difíceis de serem codificados, ou seja, correspondem ao caráter tácito do conhecimento. Exatamente pelo *know-how* e *know-who* o conhecimento científico não é facilmente apropriado, embora esteja disponível em formato de informação. Desse modo, conhecimento é um conceito mais amplo que o de informação.

A codificação do conhecimento científico implica a sua transformação em informação que pode ser facilmente transmitida sob a forma de dados concretos, fórmulas científicas, procedimentos codificados ou princípios universais, o que geralmente se dá via publicações de artigos em periódicos, anais de congressos, etc.

Embora a codificação do conhecimento científico permita a sua difusão, a criação de pontes entre campos e áreas de competência diversas e a redução da dispersão do conhecimento (OECD, 1996), ela, a codificação, não garante que demais usuários desse conhecimento científico possam usá-lo imediatamente e sem custos. Ademais, o processo de produção de ciência é calcado em um conjunto de habilidades e técnicas – chamado de expertise científica (DASGUPTA; DAVID, 1994) – adquiridas experimentalmente e transferidas por meio de interações sociais (POLANYI, 1966), de demonstração, contatos pessoais e serviços técnicos (consultorias). São, portanto, de difícil codificação.

Assim como o conhecimento tecnológico documentado em patentes, manuais e outras formas codificadas não é suficiente para a implementação bem-sucedida de novas tecnologias (NELSON, 1989; ROSENBERG, 1990), o conhecimento científico documentado em fórmulas, artigos e livros também não o é (DASGUPTA; DAVID, 1994). A linha divisória entre o conhecimento científico que será codificado e aquele que se manterá tácito em um dado campo científico pode ser delineada endogenamente por considerações econômicas, afinal, conforme já mencionado, a ciência é endógena, isto é, não neutra (DASGUPTA; DAVID, 1994).

3.3 Ciência aberta e ciência fechada

Uma questão pertinente à Economia da Ciência é a discussão sobre a natureza pública do conhecimento científico. Afinal, o conhecimento produzido pelos cientistas é público ou privado?

Essa discussão está relacionada à problemática da apropriação do conhecimento científico e à sua estrutura de cerceamento mediante os direitos de propriedade. Isso se torna mais significativo quando parte das pesquisas é financiada por empresas privadas que utilizam desse conhecimento para se tornarem mais competitivas ou manterem suas posições de mercado.

A classificação do conhecimento científico como bem semipúblico (Quadro 6) suscita uma problemática sobre a produção de novos conhecimentos científicos. Se todos têm acesso devido ao seu caráter semipúblico, portanto, não haveria incentivo para agentes privados racionais investirem na sua produção (JOHN-

SON; LUNDEVALL, 2001). Esse foi um argumento amplamente defendido.

A dificuldade de se apropriar de forma exclusiva do conhecimento científico desencadeia a problemática da subprodução de novas pesquisas científicas se ela fosse deixada a cargo do livre mercado. O setor privado não estaria interessado em investir em algo que não consegue evitar que seja de domínio público. Daí o argumento econômico da necessidade de os governos financiarem a pesquisa em seus laboratórios e incentivarem a produção de ciência nas universidades, com recursos públicos.

Em seu texto clássico *Why do firms do basic research (with their own money)?*, Rosenberg (1990) encontra elementos que justificam o investimento privado em pesquisa. Ele argumenta que a pesquisa realizada por empresas privadas é essencial para que ela consiga absorver e aplicar o novo conhecimento científico. A maneira mais eficaz para permanecer conectado à ciência é ser um participante no processo de pesquisa (ROSENBERG, 1990).

Mas até que ponto as empresas privadas estariam dispostas a tornar o conhecimento financiado por elas como de domínio comum e de modo a ser explorado por potenciais concorrentes e rivais? Para responder a essa questão, é preciso entender que o conhecimento científico é um bem com características distintas dos demais. Tais características o classificam como um bem híbrido: possui elementos tanto de bens privados quanto de bens públicos (Quadro 6).

Quadro 6 – Características do conhecimento científico

O conhecimento científico é tido como não exclusivo, ou seja, é difícil de manter seu uso limitado. Em termos microeconômicos, o custo marginal de utilizar o conhecimento científico codificado e publicado é, portanto, zero. Entretanto, apesar de se aceitar a não exclusividade como uma característica do conhecimento científico, ele pode se tornar exclusivo (privado). É o caso do incentivo ao patenteamento, por exemplo.

O conhecimento científico é igualmente tido como não rival (não disputável): o fato de ele estar sendo utilizado por um pesquisador, não o impossibilita de ser utilizado por outrem.

Portanto, embora seja classificado como não exclusivo e não rival, o conhecimento científico apresenta outras características, por isso se pode classificá-lo como um bem híbrido (semipúblico) (JOHNSON; LUNDEVALL, 2001), ou nas palavras de Stiglitz (apud KAUL; GRUNBERG; STERN, 1999), um bem público impuro.

Outras características são (FORAY, 2006):

- i. Não exauribilidade, em outras palavras, o uso adicional do conhecimento científico codificado existente não impede que outros obtenham uma cópia extra desse conhecimento, isto é, o bem não se esgota com a sua utilização;
- ii. Cumulatividade, ou seja, o conhecimento científico é um bem, um fator intelectual, que tende a produzir novas ideias;
- iii. Fragmentabilidade, isto é, o conhecimento científico é um bem que pode ser dividido e espalhado por diferentes localidades;
- iv. Baixa persistência, o que significa que o estoque de conhecimento científico disponível em um dado momento permanece para outros períodos.

A questão da publicidade da ciência está ligada à discussão da estrutura de incentivo da atividade científica. De acordo com a lógica de Merton (1970), a

lógica de ciência aberta (*open science*) funciona como um sistema de recompensas baseado, sobretudo, no reconhecimento e na satisfação, garantindo-se um crescente aumento do estoque de conhecimento científico.

O caráter público do conhecimento científico, portanto, decorre do ethos da ciência: os cientistas sentem-se gratos e reconhecidos pelo seu trabalho quando eles o divulgam amplamente. Dessa forma, a comunidade científica incentiva que pesquisadores publiquem suas pesquisas, tornando-as acessíveis, de forma que o conhecimento científico é não exclusivo. Como se vê, há mecanismos não mediados pelo mercado que incentivam os cientistas a tornarem público o resultado de suas pesquisas científicas (STEPHAN, 1996).

Além disso, o caráter público do conhecimento científico faz com que cientistas utilizem o estoque de conhecimento existente para produzir novos conhecimentos, a partir de uma dinâmica própria. Os cientistas compartilham suas descobertas rapidamente, pois é a partir da publicação que seu reconhecimento é estabelecido. Desse modo, para que o conhecimento científico se torne público, faz-se necessário que ele seja codificado.

De outro espectro analítico, Dasgupta e David (1994) afirmam que a abordagem mertoniana ignora alguns problemas, como os relacionados à ineficiência em termos de alocação de recursos em pesquisa acadêmica e industrial. A lógica mertoniana analisa somente os cientistas acadêmicos, os quais são influenciados pelo *ethos* científico, ou seja, embora haja cientistas acadêmicos que privatizem seus resultados de pesquisa, a maioria os torna públicos. Entretanto, essa não é a lógica dos cientistas industriais: estes estão envolvidos numa dinâmica empresarial e têm estímulos a manterem seus resultados de pesquisa internamente, visando ao lucro empresarial.

Seguindo as contribuições de Dasgupta e David (1994), tem-se, portanto, que a pesquisa industrial tem a intenção de transformar os frutos da pesquisa em segredo industrial. O sigilo dos resultados da pesquisa depende do grau de codificação desse conhecimento, portanto, quanto mais difícil de ser documentado (Quadro 5), maior é o grau de sigilo. Ademais, esse grupo de cientistas visa exclusivamente ampliar as possibilidades de ganho empresarial.

De acordo com Stephan (1996), embora haja uma correlação entre os incentivos para compartilhar o conhecimento e o local onde ele é produzido (nas universidades ou empresas privadas), essa relação não é perfeita. Há estudos que mostram que muitas empresas tornam públicos seus resultados de pesquisa e muitos pesquisadores universitários tornam privado seu conhecimento (por meio de patentes).

Mas quais são os riscos envolvidos na privatização do conhecimento científico? A privatização dos resultados da pesquisa científica (acadêmica ou industrial)

- por exemplo, por meio da instituição dos direitos de propriedade - dificulta a rápida divulgação dos resultados, já que o propósito da privatização é prover meios que capturem as rendas econômicas associadas à produção de novos conhecimentos. Entretanto, embora algumas formas de privatização requeiram o compartilhamento do conhecimento, como é o caso das patentes, os incentivos para que o conhecimento seja divulgado rapidamente não estão presentes (STEPHAN, 1996).

A despeito de sua ampla disponibilidade, o conhecimento científico tem se tornado cada vez mais privado (NELSON, 2004), daí a razão de se falar em ciência fechada. O cercamento do conhecimento científico, sobretudo aquele resultante de pesquisas científicas industriais, se dá por motivos óbvios: a posse desse conhecimento pode gerar vantagens competitivas dinâmicas para a empresa que o detém.

Por sua vez, a pesquisa científica acadêmica tem se tornado igualmente privada, o que contraria a visão do comunismo científico (MERTON, 2013). A privatização do conhecimento científico acadêmico não deveria ser estimulada, pois, de acordo com Merton (1957), na lógica da comunidade científica acadêmica, o direito de propriedade científica equivale à gratidão, reconhecimento e estima.

Apesar de reconhecer as contribuições de Merton (1957), é admitido que, na comunidade científica acadêmica, há interesses próprios, oportunismos, hostilidades e desvios (NELSON, 2004). Portanto, o argumento do comunismo mertoniano está mais relacionado ao como deveria ser do que ao como de fato é. Assim sendo, analisar a privatização do conhecimento científico acadêmico por essa lógica não condiz com a realidade.

A apropriação privada dos resultados da ciência acadêmica tem ocorrido como consequência de políticas públicas que incentivam seu patenteamento. Nos Estados Unidos, por exemplo, esse comportamento é marcado a partir da publicação do *Bayh-Dole Act*, de 1980, o qual estimulou as universidades a patentarem seus resultados de pesquisa financiada com recursos públicos com o argumento de que isso facilitaria a transferência de conhecimento às empresas por meio de licenciamentos e geraria uma fonte extra de renda para as universidades com os recebimentos de royalties (MOWERY et al., 2001; NELSON, 2004).

Desse modo, é inequívoco que o conhecimento científico acadêmico tem se tornado menos público. O que resta saber é, portanto, quais são os impactos desse acontecimento. Um exemplo é o caso da nanociência e da nanotecnologia. Shapira, Youtie e Kay (2011), por exemplo, investigam como as corporações estão se apropriando das inovações em nanotecnologia e mostram que mudanças significativas têm ocorrido nos últimos anos na orientação das atividades de nanotecnologia corporativas, desde a descoberta da pesquisa a aplicações patenteadas.

Há uma grande controvérsia sobre o papel das patentes em tornar privado o conhecimento científico acadêmico, afinal, a universidade deve patentear suas invenções? Como grande parte das pesquisas científicas acadêmicas são financiadas por recursos públicos, parece uma contradição cercar o conhecimento, restringindo seu uso pela sociedade (PÓVOA, 2010).

De acordo com Nelson (2004), uma ciência aberta é importante para o progresso tecnológico. A história está cheia de exemplos mostrando que o progresso tecnológico foi possível por meio de um sistema no qual os pesquisadores estavam livres para replicar ou refutar os argumentos e descobertas dos outros.

Dado o aparato institucional que permite e estimula que o conhecimento produzido nas universidades seja patenteado, de acordo com Póvoa (2010), seria desejável que a universidade licenciasse suas tecnologias sem exclusividade. A não exclusividade da licença permitiria que o conhecimento fosse disponível a demais interessados. Seria igualmente desejável que as universidades concedessem uma licença para pesquisa a pesquisadores que pretendessem utilizar o novo conhecimento protegido com a finalidade de promover o avanço da ciência.

De acordo com Nelson (2004), corre-se o risco de as empresas verem os pesquisadores acadêmicos como competidores diretos dos seus esforços de pesquisa com vistas a obter resultados práticos, portanto, patenteáveis, o que poderia bloquear avanços no conhecimento.

Apesar dos problemas apontados por Nelson (2004) e outros, o debate carece ainda de fundamentação empírica – ou seja, o *Bayh-Dole Act* de fato prejudicou a expansão do conhecimento científico nos EUA? Em um país como o Brasil, quais têm sido esses efeitos?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentado, no decorrer deste capítulo, que a ciência está cada vez mais endógena à dinâmica capitalista. Porém, apesar de se reconhecer o papel dos avanços tecnológicos na evolução do conhecimento científico, essa relação não é unidirecional, ou seja, a tecnologia e o entendimento da ciência tendem a coevoluir.

A dificuldade em entender a coevolução da ciência e da tecnologia refletiu-se em tentativas teóricas não consensuais: de um lado as teorias *demand pull* que colocam como fator primordial para o desenvolvimento das nações as necessidades socioeconômicas, e de outro as teorias *science push*, que defendem ser a ciência a direcionadora e determinante do desenvolvimento das nações. Um exemplo desse corpo teórico foi o modelo linear, amplamente criticado.

Viu-se também que a comunidade de pesquisadores pode ser dividida em dois

grupos, conforme sugerido por Dasgupta e David (1994): pesquisadores acadêmicos e pesquisadores industriais. Essa separação é bastante interessante, pois leva em conta as normas de comportamento de cada grupo, especialmente no que se refere à publicidade dos resultados da pesquisa e ao sistema de recompensas e de incentivos.

A distinção entre a ampla divulgação de um lado e o cercamento do conhecimento do outro tem implicações para os tipos de pesquisa apresentados: pesquisa básica e pesquisa aplicada. A pesquisa aplicada em busca de uma nova tecnologia seria objeto de patenteamento, por exemplo. A pesquisa básica seria considerada a verdadeira ciência e os rituais científicos de publicação seriam incentivados.

O *ethos* da ciência moderna permite que os resultados da pesquisa pura sejam codificados e amplamente divulgados, e a lógica utilitarista das empresas industriais faz com que parte dos resultados das pesquisas aplicadas seja divulgada por meio de patentes, enquanto boa parte constitui segredos industriais.

Ficou claro que a separação entre pesquisa básica e pesquisa aplicada pode levar a interpretações inapropriadas, já que a separação entre ambas não é trivial. A preocupação em entender as normas de comportamento de cada grupo foi apresentada pela Sociologia da Ciência, mas a Economia da Ciência sabiamente se apropriou dessa abordagem.

O que se buscou fazer neste capítulo foi apresentar alguns dos principais aspectos levantados pela Economia da Ciência sem se preocupar em cobrir todos os pontos de estudo possíveis. Os avanços nesta área têm permitido o surgimento de diversas linhas de pesquisa dentro da economia. A seguir, são apresentadas linhas de pesquisa diretamente relacionadas à coevolução entre ciência-tecnologia-desenvolvimento econômico. Demais linhas estão sumarizadas em Antonelli, Franzoni e Geuna (2011):

i. Ciência e economia regional: preocupa-se com os efeitos de externalidades tanto na geração de ciência quanto na exploração de conhecimento científico. Em outras palavras, considera como a geração do conhecimento científico contribui para criar uma dinâmica de crescimento econômico, levando em conta as características próprias das diversas regiões. A concentração espacial é um importante fator analisado para verificar qual seu impacto sobre a produtividade científica.

ii. Ciência e economia da mudança tecnológica: a principal questão é como a introdução de novas tecnologias afeta o desempenho da pesquisa científica. O advento de um novo paradigma tecnológico, por exemplo, facilita as descobertas científicas e a produtividade científica? Qual a relação dialética entre ciência e o surgimento de um novo paradigma tecnológico?

iii. Ciência e economia da inovação: os avanços científicos podem criar oportunidades para que as empresas introduzam inovações no mercado. Para isso, as empresas se engajam em atividades de P&D e em esforços para absorção dos novos conhecimentos, adquirindo-os de universidades e de institutos de pesquisa. Possíveis análises são

feitas a partir dos sistemas de inovação (Capítulos 13 e 14).

iv. Ciência e economia do desenvolvimento: o interesse está em entender como a ciência possibilita condições para o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Há uma miríade de caminhos possíveis nesta área de estudo.

v. Ciência e economia política: busca analisar as relações entre a ciência e o capitalismo como sistema de produção, constituição do mundo do trabalho e acumulação de capital. A abordagem marxista, por exemplo, entende a ciência como meio de exploração do trabalho e de controle social. De acordo com essa exposição, o desenvolvimento da ciência se deu em função das necessidades colocadas pela expansão do sistema capitalista com o processo de industrialização. A ciência, portanto, se converte em força produtiva e está intimamente ligada à acumulação de capital e à extração da mais-valia. Desse modo, haveria pressões para gerar pesquisas científicas funcionais ao sistema, isto é, a ciência teria sido apropriada pelo sistema capitalista.

A área de Economia da Ciência é bastante frutífera, tendo-se apresentado, neste capítulo, os principais elementos que ajudam a entender o papel da ciência na economia contemporânea. É grande o desafio de escrever algumas páginas sobre tema tão amplo e, obviamente, por motivos de espaço, algumas questões não menos importantes foram deixadas de lado.

CAPÍTULO

5

Universidade: trajetória e papel no progresso tecnológico*

Janaina Ruffoni
Aurélia Adriana de Melo
Gisele Spricigo

INTRODUÇÃO

A relevância da universidade no progresso tecnológico da sociedade é percebida ao longo do seu desenvolvimento. Seja pela função de ensinar e qualificar recursos humanos, seja na função de avançar na descoberta de conhecimentos científicos e suas aplicações. O papel da universidade vem se modificando e tornando-se cada vez mais complexo. De uma universidade encastelada,¹ voltada para o ensino de uma pequena classe social e para o desenvolvimento do conhecimento científico puro, observa-se atualmente uma universidade um pouco mais aberta, preocupada com a difusão do ensino e do conhecimento científico aplicado. Parece, então, que a universidade vem assumindo uma postura mais protagonista no desenvolvimento da sociedade.

*Texto elaborado a partir de discussões realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Dinâmica Econômica da Inovação (GDIN) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

1. O termo “encastelamento” aqui refere-se à expressão “Torre de Marfim”. Em 1837, o crítico literário Charles Augustin Saint-Beuve usou a expressão Torre de Marfim (*Tour d'Ivoire*) ao comparar a obra do escritor Alfred de Vigny à de Victor Hugo. Por meio dessa expressão, Saint-Beuve queria ressaltar o tom idealista e desvinculado da realidade cotidiana da obra de Vigny, comparando-a à obra de Hugo, escritor engajado com os problemas sociais. É exatamente com essa mesma conotação que a expressão tem sido aplicada para representar um dos sentimentos observados em relação a uma das mais antigas instituições sociais: a universidade. Ao aproximá-la da “Torre de Marfim”, os críticos dos trabalhos desenvolvidos pelas universidades denunciam, mesmo atualmente, o encastelamento e o distanciamento em relação à vida cotidiana daqueles cuja tarefa principal é contribuir para a expansão do conhecimento da humanidade.

O desenvolvimento desse importante ator social vai ocorrer de forma distinta entre as regiões. Surge inicialmente na Itália e na França, espalha-se pela Europa, ganha importante contorno na Alemanha e se amplia para o Novo Mundo - Estados Unidos. As características socioeconômicas, o grau de desenvolvimento, bem como as diferentes possibilidades de financiamento do ensino e da pesquisa nos diversos países vão moldando as particularidades regionais das funções e as atuações da universidade.

Considerando a importância de discutir o papel da universidade para a ciência, tecnologia e inovação, descrevem-se, neste capítulo, a trajetória histórica da universidade (seção 1), e a relevância do seu papel na geração de inovações. Neste último ponto, são apresentadas duas abordagens que consideram a inovação como um processo sistêmico no qual a universidade possui papel relevante (seção 2). Fechando o capítulo, estão as considerações finais (seção 3).

1. TRAJETÓRIA HISTÓRICA

A universidade, enquanto instituição norteadora e norteada pela trajetória de aprendizagem humana, impõe-se uma reflexão constante acerca do seu papel nos contextos sociais em que se insere. É dessa forma que sua história de, praticamente, 10 séculos, se desenvolve e contribui para dar novo significado à sua função social cuja importância, no bojo da sociedade do conhecimento, intensifica-se e assume novos contornos.

Nessa perspectiva, revisitar a trajetória secular desta instituição esclarece características e valores nela observados até os dias atuais. O entendimento destes também contribui para a reflexão a respeito dos desafios contemporâneos colocados à universidade. Assim, esta seção apresenta, cronologicamente, a trajetória de desenvolvimento, de consolidação e de mudança do papel desempenhado pela universidade ao longo do tempo.

1.1 Gênese e consolidação pela transmissão do conhecimento pelo ensino

As sementes da universidade germinavam nos mosteiros e abadias do século XI. Elas provêm da tradição *Escolástica* que consistiu na organização de *escolas* as quais, mantidas pelos estabelecimentos eclesiásticos, tinham como função formar jovens, sobretudo os futuros clérigos e monges que futuramente preencheriam seus quadros. Decisões tomadas no Terceiro e Quarto Concílios de Latrão, ocorridos respectivamente em 1179 e 1215, as quais ampliaram o número de escolas e tornaram obrigatória a gratuidade do ensino, possibilitaram tanto

a expansão do ensino quanto a do direito de ensinar, anteriormente reservado a padres ou a mestres por eles designados. Estes dois fatores favoreceram a universalização do ensino e, gradativamente, a emancipação das escolas da igreja, o que contribuiu para o surgimento das primeiras universidades. A Universidade de Bolonha, de 1088, e a Universidade de Paris, de 1231, são reconhecidas como as primeiras universidades da história (ROSSATO, 1998).²

Se as raízes da universidade estão depositadas nos séculos XI e XII, os séculos XIII, XIV e XV assistiram à sua consolidação e crescimento. É importante, porém, esclarecer que, devido às circunstâncias nas quais a universidade é criada, suas funções não se voltam ao ensino das coisas práticas. Há distanciamento entre o que acontece intramuros universitários e as necessidades de formação de natureza mais pragmática, voltada ao desenvolvimento social e econômico. São instituições não universitárias, voltadas para o ensino técnico em áreas como contabilidade, cálculo, línguas estrangeiras, escultura, pintura, arquitetura, etc., que se encarregam desta tarefa (DEVEZE, 1976 *apud* ROSSATO, 1998).

A partir do século XVI, a trajetória de desenvolvimento da universidade é marcada pela disputa de poder entre partidários da Reforma Protestante e da Contrarreforma. Há, simultaneamente, enfraquecimento do poder da igreja sobre a universidade e movimentos de regionalização desta instituição. Como resultado, ficam comprometidos os objetivos da igreja de uniformidade universitária e de difusão de um modelo, para além das fronteiras. A universidade, assim, nacionaliza-se e perde autonomia e abrangência.

Neste cenário, partidários da Reforma Protestante criam universidades visando defender seus ideais. Estas se caracterizam pela pluralidade e tolerância a diferentes formas de verdade. Há ainda um movimento de expansão da instituição universitária para o Novo Mundo, principalmente, em terras colonizadas pela Espanha.

O século XVII marca o surgimento da primeira universidade na América do Norte - Universidade de Harvard - e o aparecimento das academias como espaços para discussão e cultivo de ideias progressistas.

No século XVIII, a universidade volta a se expandir numérica e geograficamente para além da Europa. Surgem também as escolas técnicas, precursoras das universidades técnicas, como resposta às necessidades de aprimoramento da qualidade do ensino técnico (ROSSATO, 1998).

2. Rossato (1998) foi o texto escolhido para descrever a trajetória histórica da universidade nesta seção. Outro texto também interessante nesta linha é o de Paolo Rossi (2001). Ainda releva destacar Simon Schwartzman (2008) para uma reflexão a respeito do papel da universidade e da ciência na sociedade.

1.2 Universidade moderna: a denominada universidade de pesquisa

A Revolução Industrial, marco de progresso tecnológico e econômico da sociedade, é sem dúvida o grande acontecimento do século XIX. A necessidade de mais conhecimento e a urgência de sua aplicação à resolução dos problemas forçam a ruptura do isolamento no qual a universidade se encontrava.

É neste século que ganham projeção as universidades técnicas. Além delas, o século XIX marca o desenvolvimento da universidade com transformações importantes, tais como: o surgimento das universidades populares, a criação, por Napoleão Bonaparte, da Universidade Imperial, subordinada ao Estado, laica e voltada à preparação para a carreira profissional atestada por meio de diploma que passa a ser requisito fundamental para o exercício profissional. Registra-se que a mulher passa a usufruir do ensino universitário, sendo a cidade de Londres a pioneira nesta ação, seguida depois por universidades das províncias inglesas e escocesas (ROSSATO, 1998).

Já na Europa, precisamente na Alemanha, acontece uma mudança fundamental na função da universidade, originalmente transmissora de conhecimento. Este país inaugura para a universidade a função de produtora de conhecimento por meio da criação da “Universidade de Pesquisa”. Stokes (2005) afirma que os alemães assumiram a liderança na transformação de suas universidades em centros de investigação científica original.

Inspirados na tradição grega de valorização da ciência pura, mas reconhecendo a necessária relação entre ciência e técnica, da qual resulta a tecnologia como promotora do progresso tecnológico, os alemães criam e institucionalizam um sistema universitário em que se estabelece clara separação entre pesquisa pura e pesquisa aplicada. Assim, a pesquisa aplicada encontra abrigo nas *Technische Hochschulen* e na indústria, enquanto a pesquisa pura reina nas universidades.

Para Stokes (2005), o resultado desse processo culminou na “liberação explosiva da energia científica” (STOKES, 2005, p. 66) alemã. Neste processo, professores titulares ficavam à frente de institutos de pesquisa e eram os responsáveis pela criação, desenvolvimento e orientação de novos campos de conhecimento em uma área de estudo. Destes professores também dependia a carreira científica dos estudantes, os quais eram selecionados desde cedo para atividade de pesquisador em ciência pura ou aplicada (STOKES, 2005).

O arranjo institucional alemão contribui para a consolidação das universidades de língua alemã - Suíça, Áustria e Alemanha - e no seu reconhecimento internacional como prestigiados centros de excelência e desenvolvimento científico. Tal fato chamou a atenção de outras partes do mundo e transformou a

Alemanha num modelo a ser seguido, num polo atrativo de cérebros. Na esteira deste movimento, já no final do século XIX, observa-se um fluxo migratório de estudantes e cientistas para aquele país, principalmente, estudantes norte-americanos que, ao finalizarem seus estudos superiores, prosseguiram no avanço da carreira científica.

1.3 Universidade e diferentes espaços de produção e aplicação do conhecimento

Cientistas e estudantes estadunidenses retornam ao país inspirados na arquitetura institucional alemã de promoção da ciência, repensam suas estruturas mantendo a essência da separação entre ciência pura e ciência aplicada, mas reconhecendo a necessidade de mantê-las sob o mesmo teto.

Nesta linha, ressalta-se como traço distintivo da universidade norte-americana, o fato dela consubstanciar uma forte relação entre sociedade e indústria. Assim, as universidades de pesquisa americanas voltam-se às demandas da atividade industrial, em que ganha relevo fontes de financiamento para a pesquisa provenientes da indústria.

Em texto que apresenta aspectos históricos das interações entre a universidade americana e a atividade industrial, Nelson (1996) aponta o desenvolvimento de uma frutífera divisão de trabalho entre universidade e indústria ao longo do século XIX. Ele também destaca o importante papel da universidade na formação de recursos humanos e na construção de conhecimentos advindos de pesquisa, os quais são a matéria-prima de novos conceitos, produtos e processos. Segundo Nelson (1996), a indústria também contribui para o esforço de pesquisa básica, a exemplo de iniciativas como *Bell Labs*, *IBM Yorktown*, *Du Pont Central Lab*. Em algumas ocasiões, este esforço industrial de pesquisa básica chega a apresentar níveis de desempenho superiores aos das universidades, muito embora a apropriação dos resultados econômicos pela indústria seja difícil.³

3. Nas palavras do autor: “As universidades assumiram a responsabilidade de formar jovens profissionais, a maioria dos quais continuará trabalhando na indústria. E eles realizaram grande parte da pesquisa que levou a teorias, conceitos, produtos e processos. [...] A indústria também realizou algumas pesquisas fundamentais, como Bell Labs, IBM Yorktown, Du Pont Central Lab, e outras realizaram pesquisa no nível ou, até mesmo, acima do nível das principais universidades. Mas os retornos de tais pesquisas são difíceis de serem de uso exclusivo do financiador [...] Como notamos em [...] muitas áreas do conhecimento, as universidades continuarão sendo o principal local de tais pesquisas” (NELSON, 1996, p. 226-227, tradução nossa).

No que tange à formatação do sistema universitário norte-americano, chama atenção para a diversidade de instituições: universidade de pesquisa; universidade com doutorado; universidades polivalentes e *colleges* (oferecem várias graduações e algumas podem oferecer mestrado); *colleges* de artes liberais (oferecem cursos na área de artes e no campo das ciências); *junior college* e *college* técnico (oferecem programa de graduação de curta duração - 2 anos); escolas profissionais e instituições especializadas (podem oferecer desde bacharelado até doutorado numa área específica). Há de se considerar ainda a tradição familiar ou coletiva - gerações de uma família estudam na mesma instituição - e como decorrência deste fato, há a tradição de doações que acabam por contribuir com a manutenção das instituições de pesquisa e ensino (ROSSATO, 1998).

Já no período final do século XX, mais precisamente em 1994, Gibbons *et al.* (2005) debruçam-se sobre a tarefa de compreender as mudanças na produção do conhecimento. Deste esforço, resulta um conjunto de características que possibilitam distinguir dois momentos e duas formas de produção do conhecimento, denominados de Modo 1 e Modo 2 pelos autores, que explicam o papel da universidade e outros atores em tal processo.

O Modo 1 de produção de conhecimento fundamenta-se na concepção kuhniana⁴ de paradigma. Isto significa que decisões sobre o que é ou não relevante de ser estudado e pesquisado numa determinada área de conhecimento, a priorização dos problemas a serem abordados e as trajetórias científicas, advêm de um consenso entre cientistas de destaque. Esta comunidade de cientistas especializados é também quem valida o conhecimento produzido.

A base de produção, compreensão e operação do conhecimento no Modo 1 é disciplinar. Há arcabouços epistemológico e metodológico específicos. Nele, segundo Gibbons *et al.* (2005), entende-se como conhecimento de qualidade aquele que observa as seguintes normas:

- segue métodos gerais definidos pela comunidade científica;
- segue técnicas e procedimentos validados pela comunidade;
- formula problemas que a comunidade científica reconheça;
- usa métodos e procedimentos, bem como os espaços reconhecidos academicamente.

Sob o Modo 1, os espaços de produção do conhecimento são restritos - universidades, academias e sociedades profissionais - sendo a universidade seu local

4. Thomas Kuhn elaborou a importante obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962.

privilegiado. É ela quem emprega os cientistas, especialistas na pesquisa e no ensino. Importante ressaltar que esses espaços de produção têm bem delimitadas suas fronteiras, estruturas de aprendizagem e regras de comportamento. Neles, o controle é exercido por meio do estabelecimento de procedimentos, difundidos em treinamentos profissionais.

Sobre o processo de produção do conhecimento, há nítida separação entre conhecimento teórico e aplicado, entre ciência e tecnologia. A descoberta precede a aplicação. Sob este ponto, Moura (2011) acrescenta que, mesmo nos Estados Unidos, onde ciência e indústria caminham próximas, é possível notar uma espécie de tensão nesta relação e a defesa enfática da necessidade de resguardar uma ciência autônoma, livre das pressões, controles e interesses econômicos ou estatais. Daí, resulta o fato de toda a arquitetura montada respaldar-se na comunidade científica. Essa defesa da autonomia acirra-se sobretudo após a Segunda Guerra Mundial e tem na figura de *Vannevar Bush*⁵ um forte representante.

Sob os preceitos do Modo 1, a empresa científica cresce, porém, os recursos governamentais para financiá-la não acompanham este crescimento. Mowery e Sampat (2005) chamam atenção para a gradativa queda do financiamento do governo americano desde os anos 1970. Segundo os autores, de 1979 a 1991, os recursos federais para financiamento de pesquisador com dedicação integral caíram 9,4%. Tal fato não se restringe apenas à universidade americana, mas também é observado em outros países da OCDE.

A restrição de verbas para financiamento da pesquisa força a universidade, mais uma vez, a ressignificar seu papel. Mowery e Sampat (2005) observam que emerge, neste cenário, a denominada “Universidade Empreendedora” - discutido mais adiante neste capítulo. Este papel, por sua vez, é o que Gibbons *et al.* (2005) vão pontuar como distintivo importante no que é considerado um outro modo de produção do conhecimento, o Modo 2.

Apesar de marcar o momento atual da produção de conhecimento, Gibbons *et al.* (2005) observam que o Modo 2 tem suas raízes depositadas já no final do século XIX, quando outros espaços de produção, além das universidades, aparecem. Seu desenvolvimento, porém, acontece sob a égide do Modo 1 e é fruto das estratégias de sobrevivência elaboradas pelos cientistas para escaparem da escas-

5. Segundo Cruz (2014, p. 242), “Vannevar Bush coordenou a elaboração e apresentou, em 25 de julho de 1945, o documento *Ciência: a fronteira sem fim*”. Neste documento, Bush “propôs uma organização do sistema de pesquisa norte-americano, com quatro atores fundamentais: indústrias, universidades, laboratórios governamentais e o governo como planejador e financiador de partes do sistema” (CRUZ, 2014, p. 244).

sez de recursos ao financiamento de suas pesquisas.

Segundo Gibbons *et al.* (2005), em circunstâncias de restrição de recursos, os cientistas tiveram que ser criativos. Os mais astutos, visando compatibilizar suas necessidades de recursos físicos e humanos, buscaram construir suas carreiras em bases mais amplas de financiamento que não apenas as fontes federais. Ao mesmo tempo, passaram a trabalhar em problemas que despertassem o interesse dos pares e das agências de financiamento. Sendo assim, procuraram, de um lado, resguardar suas ideias, teorias e seus métodos de maneira paradigmática - potencializando a capacidade de captação de financiamentos - e, por outro, observaram a necessidade de flexibilizar suas afiliações disciplinares e promover o entendimento do conhecimento em outros espaços de produção, não se restringindo àqueles predominantes no Modo 1.

Gibbons *et al.* (2005) observam que estes cientistas são especialistas, entendem bem as estruturas cognitivas de suas disciplinas e possuem capacidade de desenvolver conversações com outros atores, traduzindo o conhecimento e seus interesses de pesquisa para uma linguagem mais apropriada a outras agendas. Esta permeabilidade expressa um dos aspectos mais característicos do Modo 2, a transdisciplinaridade.

De forma geral, Gibbons *et al.* (2005) caracterizam o Modo 2 de produção do conhecimento pelos seguintes aspectos:

- participação de diversos atores provenientes de diversas áreas;
- produção de conhecimento dispersa e transiente;
- conhecimento incorporado nas pessoas;
- prevalência do conhecimento tácito em relação ao componente codificado;
- valorização do conhecimento pela capacidade de resolver problemas do contexto, pela sua utilidade; e
- destaque aos arranjos organizacionais e às formas de interação.

A natureza dispersa da produção do conhecimento no Modo 2 questiona a legitimidade da universidade como espaço único ou privilegiado de validação do conhecimento. Enquanto no Modo 1, a validação da comunidade científica é o aspecto relevante, no Modo 2, a medida de sucesso assume outro contorno, sendo a organização da pesquisa mais aberta e flexível. O próprio processo de pesquisa se altera. No Modo 2, geração e produção de conhecimento ocorrem simultaneamente, o processo experimental é guiado pelos princípios do design, os conhecimentos teórico e prático se mesclam por meio de intenso processo de interação e retroalimentação.

Schwartzman destaca que, ao lado do Modo 1, há:

[...] outra maneira de desenvolver a pesquisa dentro e fora das universidades, denominada de “modo 2”, a “terceira missão” ou o “quadrante de Pasteur”.⁶ Mais interdisciplinar, com mais trabalho em equipe e voltada para resultados práticos, nela são estabelecidas parcerias com setores empresariais e governamentais interessados em seus resultados, gerando inovação sem deixar de produzir conhecimentos de interesse científico de fronteira (SCHWARTZMAN, 2014, p. 13-14).

Mais uma vez, da universidade é exigida uma reflexão a respeito do seu papel no processo de produção e aplicação do conhecimento. Trata-se de uma discussão complexa, pois diferentes visões, provenientes de diferentes disciplinas (sociologia, economia, história, entre outras) se apresentam.

No intuito de contribuir para a discussão, optou-se por focar, na próxima seção, na relação entre a universidade e o processo de geração de inovações. A intenção com tal escolha é a de destacar que a universidade ganha, cada vez mais, relevância neste processo, da mesma forma que permanece com suas várias outras responsabilidades. O objetivo é contribuir para a discussão acerca da relevância da universidade no progresso tecnológico.

Nesta linha, optou-se por apresentar duas abordagens bastante discutidas na literatura e com visões distintas: Sistema Nacional de Inovação (SNI) e Hélice Tripla (HT).⁷

2. PAPEL DA UNIVERSIDADE NO DESENVOLVIMENTO DO PROGRESSO TECNOLÓGICO

2.1 A universidade no Sistema Nacional de Inovação

A visão sistêmica do processo de geração de inovações tem suas raízes na tradição teórica neo-schumpeteriana, que enfatiza a importância da ação coordenada de diferentes atores como universidades, empresas, instituições de pesquisa, instituições financeiras, órgãos governamentais de políticas públicas para geração e difusão de ciência, tecnologia e inovação. O conceito que traduziu essa compreensão sistêmica foi o de Sistema Nacional de Inovação (SNI).⁸

Nelson (1992), em um trabalho seminal a respeito de SNI, apresentou uma retrospectiva sobre diferentes sistemas a partir de uma análise para 15 países.

6. O Quadrante de Pasteur é apresentado no Capítulo 4.

7. A literatura a respeito da Hélice Tripla evoluiu e há dois novos conceitos Hélice Quádrupla e Hélice Quíntupla. Uma observação é feita a respeito disso na seção 3.2 deste capítulo.

8. Esse conceito está discutido em outros dois capítulos deste livro. Ver capítulos 13 e 14.

O estudo realizado por diferentes autores informa a importância de se compreender a geração e o uso de tecnologias em nível nacional. As universidades são parte das estruturas educacionais científicas e técnicas e têm dois importantes papéis:

- a) ser o lugar onde cientistas e engenheiros obtêm seu treinamento formal; e
- b) ser o lugar onde se tem grande concentração de pesquisa em disciplinas associadas ao desenvolvimento de tecnologias.

Na discussão de SNI, o processo de interação entre os diferentes atores que constituem tal sistema é fundamental para dinamizar o processo de geração de conhecimento e de inovação, os quais são ativos fundamentais para a geração de riqueza nas economias nacionais.

Sendo assim, releva compreender as especificidades e os desafios das relações estabelecidas pela e com a universidade, com ênfase na “interação universidade-empresa” (IUE). Em particular, esse é um ponto importante, pois trata-se da aproximação entre as dimensões científica e tecnológica do conhecimento, contribuindo para a geração de inovações.

Dois atores neo-schumpeterianos seminais, Bell e Pavitt (1993), ressaltaram a relevância dos institutos de pesquisa básica e aplicada, no sentido de fornecerem importantes contribuições na transferência de conhecimento para a geração de novos produtos, processos e serviços. Há vários outros estudos⁹ que vão nesta linha. Portanto, a questão não é se a universidade é relevante para a geração da inovação, mas como esta contribuição vem ocorrendo, considerando diferentes realidades nacionais.

No caso do Brasil, a relevância das universidades para a inovação e, consequentemente, para o desenvolvimento e dinâmica de um SNI, também vem sendo pesquisada. Nos últimos anos, vários estudos acadêmicos a respeito da IUE no Brasil¹⁰ foram realizados destacando, por um lado, uma fragilidade do nosso SNI – pelo fato

9. Somente como exemplo, citam-se aqui alguns interessantes trabalhos acadêmicos de mais longa data: 1) Jaffe (1989) fez um estudo para os EUA e concluiu que um governo regional que aprimora seu sistema em parceria com instituições universitárias pode ampliar a geração de inovações locais e também destaca a importância das pesquisas acadêmicas para a inovação; 2) Mansfield e Lee (1996), em um estudo também para os EUA, com dados de 1975 a 1985, indicaram que cerca de 10% de novos produtos e processos em setores industriais de alta tecnologia tiveram seu desenvolvimento baseado em pesquisa acadêmica; 3) Arbo e Bennenworth (2007) afirmam que as universidades são as “jogadoras-chave” nos SNIs por contribuírem com o processo de desenvolvimento das empresas, de seus produtos e de seus serviços; e 4) Lööf e Broström (2008), considerando a realidade da Suécia, identificaram uma forte e positiva relação entre a interação com a universidade e a atividade inovativa da grande empresa manufatureira.

10. Alguns destes são: 1) livro intitulado *Em Busca da Inovação: interação universidade-empresa no Brasil* publicado em 2011; 2) número especial de 2011 na Revista de Economia (da Universidade Federal do Paraná, v. 37, n. 4); 3) livro intitulado *Experiências de Interação Universidade-Empresa no Brasil*, publicado em 2018; e 4) dois números especiais de 2018 da Revista Econômica (da Universidade Federal Fluminense, v. 20, n. 1 e 2). Além desses, nos últimos anos a Revista Brasileira de Inovação (RBI) publicou vários estudos nesta temática. Também há vários registros de publicações a respeito de IUE no Brasil em revistas internacionais.

de ainda existirem, relativamente, poucas IUE – mas, por outro lado, informando que há crescimento do número de IUE ao longo do tempo em diferentes áreas do conhecimento e pontos de interação que apresentaram resultados interessantes em termos de atividade inovativa. O estudo de Suzigan, Albuquerque e Cario (2011) destaca-se nesta linha por revelar importantes características históricas e atuais da IUE no Brasil.

Na mesma linha, destaca-se também o trabalho de Pinho (2011), que revela a importância dada à universidade pelas empresas. Este autor apresenta uma sistematização de resultados de um levantamento realizado junto a empresas brasileiras a respeito da interação que elas realizam com universidades e institutos públicos de pesquisa. Os resultados mostraram que as empresas brasileiras atribuíram maior importância às universidades como fonte de informação para suas atividades de desenvolvimento tecnológico, do que suas congêneres norte-americanas.¹¹ Segundo o autor, as evidências indicam que, no mínimo, não há sustentação para a noção de que as empresas brasileiras valorizem menos a contribuição das universidades para seu esforço inovativo do que suas congêneres dos EUA e da União Europeia.

Quando do estabelecimento da IUE, Garcia *et al.* (2011) destaca que a proximidade geográfica entre a universidade e a empresa é importante. Os autores concluem que parcela significativa deste tipo de interação ocorre em um mesmo espaço geográfico e que a presença de grupos de pesquisa na mesma região, de atividades inovativas nas empresas e de diversificação da estrutura produtiva local, são fatores que estimulam as IUE, reforçando a importância da universidade na geração de conhecimentos e inovações.

O trabalho de Costa, Ruffoni e Puffal (2011) reforça esse achado, revelando que no estado do Rio Grande do Sul (RS), por exemplo, a proximidade geográfica também importa e que a maior concentração (43,5%) das IUE observadas ocorre em um espaço territorial relativamente pequeno (até 50 km de distância). Além disso, os autores destacaram que um grupo de empresas investigadas também se relacionaram com universidades/instituições de fora do Rio Grande do Sul, denotando a relevância de outras proximidades, além da geográfica, para as suas atividades inovativas.

A análise da IUE também se mostra relevante quando adotado o recorte setorial. Um exemplo é o estudo de Paranhos (2012), que analisou as interações entre empresas farmacêuticas e instituições de ciência e tecnologia do sistema farmacêutico de inovação, ou seja, considerou a realidade de um setor de elevada intensidade

11. Os resultados da pesquisa feita no Brasil foram comparados com os dados de uma pesquisa semelhante realizada nos Estados Unidos.

tecnológica. A autora identificou dificuldades com este tipo de interação, tais como: entraves burocráticos, falta de estrutura interna nas universidades e nas empresas para pesquisa.

Os achados citados reforçam a complexidade e a relevância de se estudar a IUE para avançar na leitura da dinâmica de sistemas de inovação, nacionais, regionais e, ainda, setoriais.

2.1.1 A universidade para o desenvolvimento

A respeito da especificidade regional do papel da universidade em um SNI para a geração de conhecimento e inovação, é fundamental destacar a denominada *Developmental University* (DU).¹² Brundenius, Lundvall e Sutz (2008) discutem essa abordagem, enfatizando a necessidade de reflexão acerca do diferente papel exercido pelas universidades nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nos países em desenvolvimento, os autores destacam, por exemplo, que as universidades são vulneráveis a questões de privatização da educação superior, afetando a qualidade da formação e a capacidade de mobilizá-las para os propósitos nacionais de desenvolvimento. Além disso, a baixa demanda por conhecimento e competência por parte do setor produtivo nestes países também gera uma retroalimentação negativa. Os autores criticam a lógica de que a universidade deve ter como função a de produzir conhecimento para ser vendido no mercado (focada centralmente no propósito de uma função empreendedora), informando que essa é uma percepção restrita. Apontam, assim, para uma visão mais ampla, em que as universidades possuam objetivos e pesquisas socialmente úteis.

Brundenius, Lundvall e Sutz (2009) destacam, assim, que a perspectiva da DU confere à universidade um papel amplo, contribuindo para atender diferentes demandas da sociedade (além das voltadas para a inovação empresarial, por exemplo). Os autores ainda defendem esta perspectiva como uma resposta às demandas contraditórias colocadas à universidade, e que o sistema deve combinar as capacidades de atender, no curto prazo, às necessidades da sociedade com algum grau de autonomia e comprometimento de longo prazo, e promover inova-

12. No lugar da *Entrepreneurial University*, como será visto mais adiante neste capítulo. Para Brundenius, Lundvall e Sutz (2009) a abordagem da *Entrepreneurial University* é mais restrita que a da *Developmental University*.

ção de modo a combiná-la com igualdade e justiça sociais e globais.¹³

Outro estudo que aborda a questão da DU é de Arocena, Göransson e Sutz (2015). Os autores propõem um estudo que conjuga a abordagem do desenvolvimento com as de sistemas de inovação e de inclusão social, e buscam compreender a relação entre as políticas que objetivam produzir e usar o conhecimento e as políticas de inclusão social. A conjugação destas políticas recebe a denominação de “políticas de democratização do conhecimento” e conferem importância destacada às universidades, que passam a ser compreendidas como universidades desenvolvedoras. De forma mais específica, os autores indicam que a contribuição das universidades, que não são agentes isolados de um sistema de inovação, está em incluir nas suas agendas de pesquisa, soluções para problemas relativos à inclusão social.¹⁴

Akpan, Minkley e Thakrar (2012), ao apresentarem o número especial da *Review of Sociology*¹⁵ a respeito da temática de DU, destacam a complexidade da discussão, principalmente quando a intenção é compreender a operacionalização desta função e os elementos que constituem uma universidade mais conectada com as necessidades de sua sociedade. Eles afirmam que os autores dos artigos desse número especial não chegaram a respostas comuns, mas indicaram importantes ideias para as questões do desenvolvimento, para as quais as universidades terão que olhar mais atentamente do que conseguiram fazer até então.

A seguir é apresentada a outra abordagem, a da Hélice Tripla.

2.2 A universidade na perspectiva da Hélice Tripla¹⁶

O modelo da Hélice Tripla (HT) destaca a importância de três instituições - universidade, firma e governo (U-F-G) - e suas interações (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). Nesse modelo, estão presentes duas perspectivas comple-

13. Nas palavras dos autores: “Indicamos que vemos o sistema diversificado da ‘universidade desenvolvedora’ como uma possível resposta às demandas contraditórias que as universidades enfrentam na era atual. Tais sistemas combinam uma capacidade de responder no curto prazo às necessidades dos usuários com algum grau de autonomia e comprometimento de longo prazo. Eles também visam promover a inovação de forma que ela possa ser combinada com igualdade e justiça social e global.” (BRUNDENIUS; LUNDVALL; SUTZ, 2009, p. 331, tradução nossa).

14. Os autores apresentam uma análise para a realidade do Uruguai.

15. Os autores informam que os seis artigos selecionados para o número especial foram apresentados na conferência *Community Engagement: The Changing Role of South African Universities in Development* em 2011.

16. Esta parte do texto foi elaborada com base no trabalho de Loureiro (2014).

mentares: a institucional, que analisa as mudanças dos arranjos institucionais entre as esferas universidade, firma e governo; e a evolucionária, que analisa cada uma das esferas como subconjuntos de um sistema maior e que sofrem transformações internas quanto ao papel que desempenham no contexto socioeconômico e de ciência, tecnologia e inovação (ETZKOWITZ; RANGA, 2013).

Segundo Leydesdorff e Meyer (2006, p. 3), “já não se pode esperar uma correspondência de um para um entre as instituições e suas funções”. De acordo com os autores, as funções de produção de conhecimento, de geração de riqueza e de controle normativo deixaram de ser funções restritas às esferas da universidade, firma e governo, respectivamente, e passaram a ser responsabilidade de um arranjo institucional formado por essas três esferas (LEYDESDORFF; MEYER, 2006).

O modelo da HT foi desenvolvido reunindo conceitos de trabalhos precursores como o de Lowe (1982) e Sábato e Mackenzie (1982) (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). Segundo Dagnino (2003), a difusão do argumento deste modelo ocorreu devido a duas correntes emergentes de análise originadas nos países desenvolvidos: (i) a Segunda Revolução Acadêmica, que discute o novo papel da universidade ao assumir compromisso com o desenvolvimento econômico, somando ao seu papel tradicional de qualificação formal de recursos humanos e pesquisa básica; e (ii) a importância das relações institucionais estabelecidas localmente para competitividade das firmas, o que reforça o papel do enraizamento das instituições nas regiões onde se localizam, destacando, assim, as universidades como organizações que podem beneficiar a sua região, em razão de transbordamentos de conhecimento.¹⁷

Etzkowitz e Leydesdorff (2000) reconhecem três modelos de configuração das esferas da HT. No modelo *estatista*, também conhecido como HT I, o governo tem o papel de coordenação frente à universidade e à indústria. Esse é um modelo reconhecido como falho, uma vez que se considera que há restrições quanto às iniciativas *bottom-up* por desencorajarem a inovação. No modelo *laissez-faire*, também conhecido como HT II, é caracterizado pelo baixo nível de intervenção do governo na economia, a indústria é a força motivadora e as outras duas esferas possuem a função de serem estruturas de suporte no processo inovador. Neste modelo, as três esferas atuam de forma independente e interagem de forma modesta e restrita aos limites dos seus papéis tradicionais. No modelo *balanceado*, ou

17. O termo original é *knowledge spillovers*.

HT III, que surge no período de transição para a denominada economia baseada no conhecimento, a universidade e demais instituições produtoras de conhecimento ganham relevância no processo de inovação, e as esferas se movem em direção à colaboração e a um relacionamento recíproco (ETZKOWITZ, 2009).

Considerando a proposta da Hélice Tripla III, destaca-se que Leydesdorff e Meyer (2006) propuseram um modelo em que as esferas universidade, firma e governo são mutuamente responsáveis pela geração de conhecimento e de inovação, compartilhando funções e responsabilidades. Em outras palavras, a produção de conhecimento não é uma função restrita à esfera acadêmica, e sim um processo compartilhado entre U-F-G; a geração de riquezas não é função unicamente da esfera industrial, e sim promovida por meio da criação de mecanismos que incorporam elementos da HT, e o controle normativo surge da interação entre as três esferas ao invés de uma função específica e restrita ao governo (LEYDESDORFF; MEYER, 2006).

Na transição para a economia baseada no conhecimento, a universidade passa a adotar uma postura de universidade empreendedora (ETZKOWITZ, 2009) – retomada adiante nesta seção –, ao assumir compromisso com o desenvolvimento econômico regional, aproximando-se da indústria e incrementando seu papel tradicional de qualificação formal de recursos humanos e de pesquisa básica; a indústria repensa as suas redes de relações e a maneira como faz pesquisa e desenvolvimento (P&D), passando a enxergar maior valor na colaboração com universidades em função do conhecimento. E o governo, por sua vez, volta-se para a construção de mecanismos organizacionais e de políticas para o fomento à inovação e à colaboração entre universidade e empresa.

Com relação às funções, o conceito de Sistema de Hélice Tripla (ETZKOWITZ; RANGA, 2010) incorpora os papéis básicos identificados por Leydesdorff e Meyer (2006) e apresenta os denominados espaços: (i) *Espaço de Conhecimento*, (ii) *Espaço de Inovação* e (iii) *Espaço de Consenso*.

O *Espaço de Conhecimento* envolve as competências relacionadas às funções de produção, difusão e uso de conhecimento por parte dos componentes da HT. Tem o propósito de criar e desenvolver recursos para reforçar a base de conhecimento. Segundo Etzkowitz e Ranga (2013), a criação e a consolidação do *Espaço de Conhecimento* dependem da pesquisa acadêmica e das estruturas para a qualificação formal de recursos humanos. Na criação deste tipo de ambiente, os componentes da HT podem optar por diferentes estratégias de acordo com o contexto, como realocação dos recursos existentes, criação de mais recursos (por exemplo, instituição de ensino e pesquisa), ou criação de redes virtuais para conectar recursos dispersos (ETZKOWITZ; RANGA, 2013).

O *Espaço de Inovação* envolve as competências ligadas à função de geração de riqueza por parte dos componentes da HT. Envolve a reconfiguração de elementos dos arranjos institucionais, com intuito de formar novas concepções de organização e arranjos institucionais que promovam a inovação. Na criação de um *Espaço de Inovação*, os componentes podem optar por diferentes estratégias, como criação de universidade em regiões sem capacidade de ensino superior, criação de ambiente integrado para transferência tecnológica e estímulo ao empreendedorismo (ETZKOWITZ; RANGA, 2013).

O *Espaço de Consenso* envolve as competências relacionadas à função de controle normativo. Tem o propósito de reunir os membros das esferas da universidade, firma e governo, engajando-os na discussão, negociação e avaliação de propostas compartilhadas para o avanço econômico. As três esferas da Hélice Tripla podem optar por diferentes estratégias para a constituição de um *Espaço de Consenso*, como a criação de um comitê para discutir tópicos relevantes à economia regional, a transformação de uma instituição para analisar problemas e formular soluções e até acesso a recursos requeridos para implementação de um projeto (ETZKOWITZ; RANGA, 2013).

Por fim, vale destacar algumas ações que Etzkowitz (2009) relaciona com as relações contemporâneas que se estabelecem entre universidade e indústria:

- a) interesses ligados à pesquisa básica, mas financiada por conselhos de pesquisa ou outros órgãos similares;
- b) projetos empresariais com contribuição acadêmica; e
- c) programas de estudos com resultados aplicados ao conjunto de múltiplas fontes de financiamento à pesquisa.

A literatura a respeito da HT desenvolveu-se ao inserir novos atores à tríade universidade-indústria-governo. Mineiro *et al.* (2018) analisam que foram adicionados atores que fortalecem o processo de inovação e enfatizam a ideia de um desenvolvimento sustentável. A revisão sistemática da literatura feita por Mineiro *et al.* (2018) informa que na Hélice Quádrupla são somadas as perspectivas da Sociedade Civil com base na mídia e na cultura, com vistas a ampliar o entendimento de produção e aplicação de conhecimento e inovação. Já na Hélice Quíntupla, é colocada ênfase na questão do Meio Ambiente enquanto elemento fundamental para um desenvolvimento sustentável.

Ainda que essas ideias mais contemporâneas sejam relevantes, este texto coloca ênfase na Hélice Tripla, por ser nessa abordagem que se origina a discussão do papel da universidade na dinâmica da inovação.

Na sequência é discutida a função empreendedora da universidade.

2.2.1 A universidade empreendedora

Na esteira deste processo, a ideia da Universidade Empreendedora (UE)¹⁸ configura-se como um novo estágio na trajetória da universidade, no qual se estabelece outro “contrato social” entre esta instituição e a sociedade como um todo segundo (ETZKOWITZ, 2013).

Nesta perspectiva, Clark (1998) caracteriza como universidade empreendedora aquela que, inserida de forma ativa numa lógica de negócio, busca inovar. Para tanto, são promovidas mudanças organizacionais internas que visam aproximá-la de uma postura mais aderente a novas tendências. Conforme este autor, a universidade empreendedora tem por visão ser referência e protagonista de mudanças no ambiente ao qual pertence.

De acordo com Urbano e Guerrero (2013), um aspecto caro à universidade empreendedora é a promoção, em todos os níveis, da cultura do empreendedorismo. Observam os autores que, no modelo de universidade empreendedora, acrescenta-se às funções de ensino e pesquisa àquela do fomento interno ao empreendedorismo. Assim, espera-se desta universidade uma postura diferente em relação à formação dos estudantes, os quais não apenas sejam qualificados para ocupar vagas de emprego vigentes no mercado de trabalho, mas sejam também capazes de criar novos empregos. Concomitante a isto, fomentam-se a geração de novos negócios e o desenvolvimento de capital de risco, emulando-se assim o efeito de uma incubadora natural que suporta iniciativas da comunidade acadêmica na criação de oportunidades e inovações que façam face aos desafios do entorno (URBANO; GUERRERO, 2013).

Urbano e Guerrero (2013) afirmam ainda que a incorporação de uma orientação empreendedora à missão da universidade provoca mudanças as quais podem ser analisadas por meio de um modelo que acomoda fatores ambientais, formais e informais; e fatores internos, como recursos e capacidades. São fatores ambientais formais: estrutura organizacional da universidade; a governança interna; aparato que promova e suporte *startups*, incubadoras e centros de desenvolvimento de inovação. Já os fatores ambientais informais estão relacionados a atitudes da comunidade acadêmica em relação ao empreendedorismo, existência de

18. Há uma vasta literatura que discute o conceito e o papel da “Universidade Empreendedora”. Por exemplo, ver Etzkowitz *et al.* (2000), Martinelli, Meyer e Von Tunzelmann (2008), Bramwell e Wolfe (2008) e Deiacó, Hughes e McKelvey (2012). Destacamos também uma edição especial da revista *Technological Forecasting and Social Change* de abril de 2019 intitulado *The entrepreneurial university as driver for economic growth and social change - Key strategic challenges*.

influenciadores (*role models*), premiações e sistemas acadêmicos de recompensa monetários ou não. A respeito dos fatores internos importantes à universidade empreendedora: empreendedores acadêmicos enquanto recursos humanos promotores de educação para o empreendedorismo e geradores de inovações provenientes de suas pesquisas; recursos financeiros provenientes de fontes diversificadas de receitas para subsídio da atividade empreendedora e inovativa; recursos físicos que acomodem a atividade inovativa e empreendedora. Como capacidades internas, os autores enfatizam, status e prestígio da instituição acadêmica decorrentes de sua trajetória histórica; alianças e redes de relacionamento (*networks*) que propiciem transdisciplinaridade e cooperação entre organizações heterogêneas.

Para Etzkowitz (2013), há três fases no desenvolvimento de uma instituição acadêmica no contexto de universidade empreendedora. Na fase um, observa-se esforço para ganhar autonomia na definição e priorização de objetivos estratégicos. Em sintonia com Urbano e Guerrero (2013), Etzkowitz (2013) defende que um dos caminhos para esta autonomia é a diversificação das fontes de financiamento. A fase dois caracteriza-se pela proatividade da instituição acadêmica na comercialização da propriedade intelectual de invenções provenientes das atividades dos pesquisadores, estudantes e corpo técnico. Nesta fase, a universidade desenvolve capacidade de transferência de tecnologia, observando-se que aquelas que se destacam na pesquisa acadêmica assumem papel também destacado e liderança neste processo. Para o autor, universidades com atividades de pesquisa pouco desenvolvida levam mais tempo para alcançar esta capacidade. Internamente, os grupos de pesquisa, sob coordenação de pesquisadores, passam a atuar como quase firmas, empreendendo esforços para obtenção de financiamento a pesquisas, porém sem o objetivo de retorno financeiro (ALMEIDA; TERRA; ALENCAR, 2016). Na fase três, a instituição acadêmica assume papel ativo na região em que se encontra inserida, compartilhando a liderança com o setor produtivo e governo. Observa-se que a ocorrência destes estágios não se verifica exclusivamente de forma linear, eles podem acontecer simultaneamente ou ainda o ponto de partida não ser o estágio um, podendo ser o dois ou o três. Há ainda possibilidade de reveses à medida que os esforços se desdobram (ETZKOWITZ, 2013).

É importante dizer que a ideia de uma universidade empreendedora não navega em mares tranquilos, mas encontra resistências tanto intra como extramuros universitários. Internamente, é preciso considerar o debate colocado pela comunidade acadêmica, que chama atenção para a realidade político-econômica dos países de capitalismo periférico, como é o caso dos países da América Latina, na adoção deste modelo de universidade *vis-à-vis* ao que ocorre nas eco-

nomias centrais. Nesta discussão, ganha foco o papel controverso, segundo esta perspectiva, de universidade pública, na adoção da dinâmica de mercado como norteadora da produção acadêmica. Nesta visão, isto se configuraria na mercantilização dos objetivos de ensino e de produção de conhecimento, e no estabelecimento de uma lógica operacional pautada no critério de eficiência e de crença da superioridade das dinâmicas do mercado em relação à autonomia universitária. Outrossim, tal lógica afasta a reflexão crítica sobre o impacto destes movimentos no trabalho intelectual (CRISTOFOLETTI; SERAFIM, 2017).

Há de se considerar ainda internamente, as diferentes percepções dos acadêmicos em relação a este modelo, no que concerne ao aumento da pressão interna por atividades comerciais, forte direcionamento para a pesquisa aplicada, riscos de minar a cooperação interna entre pesquisadores, aumento e/ou intensificação de conflitos entre grupos de acadêmicos a favor e contra este modelo, mudanças no critérios de promoção acadêmica e redução do envolvimento com o ensino (MARTINELLI; MEYER; VON TUNZELMANN, 2008). Externamente à universidade empreendedora, seu papel ativo na arena do mercado, por meio da criação e lançamento de novos negócios, a transforma em mais um concorrente ao setor produtivo.

Portanto, a complexidade da discussão e entendimento de diferentes papéis da universidade mantém-se presente. Isso justifica-se, centralmente, pela elevada relevância que esse ator possui na geração de conhecimento, de inovações e na promoção de desenvolvimento socioeconômico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A universidade é uma instituição bastante antiga, muito importante na formação de recursos humanos e na produção de conhecimento. As transformações pelas quais passou ao longo do tempo são intensas e as conferem mais funções: origina-se como uma instituição voltada centralmente ao ensino e à pesquisa pura - vista inicialmente como uma Torre de Marfim -, passa posteriormente a centrar-se de modo mais ativo nas demandas da sociedade, começa a interagir com outros atores sociais - indústria e governos, por exemplo - para ampliar a produção e a aplicação do conhecimento científico, buscando fontes alternativas de recursos para suas atividades.

Observa-se, portanto, que as funções da universidade vão se ampliando e que há, atualmente, uma diversidade de formas de atuação. A função do ensino continua sendo uma das mais relevantes, mas, além desta, a universidade assume outras, tornando mais complexo seu papel e suas formas de contribuir com a sociedade. As formas de atuação da universidade também são moldadas por vários

fatores, dentre eles, o nível de desenvolvimento socioeconômico da região onde se localiza. E, dada a complexidade, não há, naturalmente, consenso a respeito de quais devem ser as funções da universidade moderna: seria voltada centralmente ao empreendedorismo e inovação tecnológica? Ou seria voltada centralmente ao desenvolvimento socioeconômico?

Mais recentemente, pelo menos duas visões concentram esforços em compreender os papéis da universidade como desenvolvedora (visão da abordagem SNI) e empreendedora (visão da abordagem HT). Ambas destacam a complexidade e a importância da universidade para o progresso tecnológico e apontam para a necessidade de melhor discutir conceitos e a operacionalização destas abordagens. Há que se refletir a respeito dos diversos papéis da universidade a partir de diferentes níveis de desenvolvimento socioeconômico das regiões.

Compreender a função e a atuação da universidade é fundamental para as investigações na área da Economia da Inovação Tecnológica e de Desenvolvimento Econômico. Estudos que busquem entender como ocorre a construção, a transmissão e a aplicação de conhecimento pela universidade devem ser estimulados. Nesse sentido, tornam-se relevantes os estudos a respeito da interação entre empresas e universidades, uma vez que este é um importante mecanismo de produção e aplicação de conhecimento e geração de inovação. Além disso, a complexidade do desenvolvimento científico e tecnológico - característica ainda mais presente desde a emergência da Economia do Conhecimento - exige uma arquitetura de relações também complexa. Compreender as interações, os atores envolvidos e o papel da universidade neste cenário é fundamental para avançar no entendimento da dinâmica do progresso tecnológico das nações.

6

Empresa inovadora: teoria, conceitos e métricas¹

Julia Paranhos
Lia Hasenclever

INTRODUÇÃO

A importância da mudança tecnológica é fato conhecido na história do desenvolvimento industrial, seja a implantação da máquina a vapor nos processos produtivos, na primeira revolução industrial, seja o uso da eletricidade, na segunda revolução industrial, ou a incorporação das tecnologias de informação e comunicação, na terceira revolução industrial. No entanto, é a partir do século XX, com a ampliação da globalização dos mercados e, consequentemente, o aumento da concorrência, que o conceito de inovação, associado à mudança tecnológica, aparece com mais força, tornando-se peça-chave para a compreensão da dinâmica capitalista, com implicações diretas no estudo dos fenômenos econômicos e nas estratégias das empresas.

A empresa, principal local de acumulação capitalista, são o motor central do desenvolvimento industrial. Desde o nascimento das primeiras empresas da revolução industrial na Inglaterra, até o aparecimento das empresas fordistas nos EUA, a institucionalização de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que deu origem às empresas inovadoras alemãs, e o surgimento das empresas toyotistas no Japão, ampliou-se o foco das estratégias empresariais na inovação como meio de criação de barreiras a novos competidores e de aumento da competitividade.

O crescimento de novos setores industriais, no final do século XIX e início do século XX, em especial os baseados em ciência, como a química, fez com que as

1. As autoras agradecem a colaboração do aluno de iniciação científica do Grupo de Economia da Inovação do Instituto de Economia da UFRJ, Eduardo Mercadante, na elaboração dos quadros, levantamento dos dados e revisão das referências bibliográficas.

empresas coevoluíssem com a introdução de várias inovações organizacionais. A principal inovação foi a aproximação entre as empresas e o setor acadêmico-científico por meio da contratação de engenheiros e administradores com formação superior para gerência das empresas e da criação de laboratórios de P&D internos às empresas. Contribuiu também o processo de nacionalização e internacionalização de atuação das empresas, ampliando os mercados e o nível de concorrência (CHANDLER, 1990; BRULAND; MOWERY, 2005). A nova empresa estabelece estratégias de busca de ampliação de sua capacidade inovativa para ser competitiva em seus mercados de interesse.

As teorias da firma acompanharam esta evolução ao longo do tempo. A compreensão teórica sobre a empresa evoluiu de uma visão neoclássica acerca do conceito de empresas e do papel da inovação na sua competitividade para uma visão de custos de transação e neo-schumpeteriana ou evolucionária. Para a teoria neoclássica, a empresa é o local de combinação dos fatores de produção, que define suas escolhas orientada pelo objetivo de maximização de lucro - quantidade produzida no curto prazo e planta ótima no longo prazo. A empresa é apenas usuária da tecnologia, que está disponível (*free disposal*) e é externa à empresa. O progresso técnico está incorporado em máquinas e equipamentos, o conhecimento produzido pela empresa não é considerado. Nesta abordagem, a mudança tecnológica explica apenas o crescimento residual (denominado “resíduo de Solow”), ou seja, a parte do crescimento que não é gerada pelo trabalho ou capital. Na teoria dos custos de transação, a empresa é uma estrutura hierárquica que permite economizar custos de transação e, por hipótese, possui racionalidade limitada e, neste contexto, os agentes são oportunistas. Assim, quanto mais específico o ativo em questão maior a necessidade de governança não mercado para acessá-lo, reduzindo os custos de transação, o que pode ocorrer pelas formas híbridas - contratos - ou hierárquica - empresa (CHANDLER, 1992b; DANTAS; KERTSNETZKY; PROCHNIK, 2013; TIGRE, 2005; 2019). Ainda que esta teoria não tratasse especificamente da inovação pela empresa, pode-se supor que como a atividade de P&D é um ativo específico ela deveria ser realizada internamente nas empresas (TEECE, 1986).

Para Schumpeter (1985; 1984) e os autores evolucionários e neo-schumpeterianos, a inovação é um processo endógeno à empresa, essencial na sua dinâmica

2. Sugere-se uma visão abrangente do conceito de inovação, de modo a contemplar a introdução de um novo produto (bem ou serviço) ou processo (método de produção), a utilização de uma nova fonte de matéria-prima, uma nova estrutura organizacional ou a abertura de um novo mercado (SCHUMPETER, 1984).

concorrencial. A geração de inovação é um processo interativo (KLINE; ROSENBERG, 1986), ocorre no longo prazo (Sappho Study - ROTHWELL, 1977) e abarca um relacionamento que não envolve preço nem poder, mas confiança e lealdade (LUNDVALL, 1985). Bruland e Mowery (2005) chamam atenção ainda para o caráter multissetorial da inovação, ou seja, a coexistência de uma gama de modos de inovação, processos institucionais e formas organizacionais distintos nos vários setores.

Chandler (1992b, p. 483), a partir de uma perspectiva histórica, define a empresa do século XX com quatro atributos: a) “*a firm is a legal entity - one that signs contracts with suppliers, distributors, employees and often customers*”; b) “*it is also an administrative entity, for if there is a division of labor within the firm, [...] a team of manager is needed to coordinate and monitor these different activities*”; c) “*Once established, a firm becomes a pool of learned skills, physical facilities and liquid capital*”; e d) “*for profit firms have been and still are the instruments in capitalist economies for the production and distribution of current goods and services and for the planning and allocation for future production and distribution*”³. Estas características conversam com a perspectiva evolucionária e neo-schumpeteriana que vê a empresa como um conjunto de capacidades desenvolvidas a partir de suas rotinas e habilidades.

Neste capítulo, pretende-se focar na empresa que, por meio de seus recursos, capacidades e estratégias, são atores centrais no processo de inovação. Serão apresentadas as características e as estratégias das empresas inovadoras por meio dos principais autores que estudam o tema e de uma ilustração a partir dos manuais metodológicos da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁴ e das pesquisas de inovação em diversos países, com destaque para a do Brasil.

O capítulo está dividido em duas seções, além das Considerações Finais. Na seção 2, são revisados conceitos teóricos sobre as características, atividades, estrutura e estratégias da empresa inovadora. Na seção 3, apresentam-se os manuais que normatizam as atividades de inovação² e as pesquisas de inovação que permitem obter dados sobre a caracterização dos investimentos e atividades de inovação pelas empresas no mundo e no Brasil.

3. a) “é uma entidade legal que assina contratos com fornecedores, distribuidores, empregados e, frequentemente, clientes”; b) “é uma entidade administrativa [...] que estabelece um time de gestores para coordenar e monitorar suas diferentes atividades e a divisão do trabalho interna”; c) “uma vez estabelecida, torna-se um *pool* de habilidades aprendidas, ativos físicos e de capital”; e d) “empresas de lucro são e continuam sendo os instrumentos nas economias capitalistas para produção e distribuição de bens e serviços atuais e de planejamento e alocação de produção e distribuição futuras” (CHANDLER, 1992b, p. 483, tradução nossa)

4. Países da OCDE: 27 países europeus (Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Holanda, Polônia, Portugal, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Reino Unido), EUA e Japão, doravante indicados como EU27.

1. CARACTERÍSTICAS E ESTRATÉGIAS DA EMPRESA INOVADORA

1.1 A empresa como local da inovação

Conforme observado por Schumpeter (1984), a empresa torna-se elemento-chave no desenvolvimento da inovação, antes atribuído, por este autor, ao empreendedor. A grande empresa moderna, como a denomina Alfred Chandler, associa as novas funções de criar e diferenciar produtos, processos e novas formas de organização, com as antigas funções de produção e distribuição no mercado. Este fenômeno pode ser percebido tanto em empresas novas, criadas a partir da inovação, quanto em empresas antigas, já consolidadas. De fato, lentamente as empresas antigas passam a institucionalizar a P&D, construindo laboratórios industriais organizados para buscarem novas e melhores maneiras de fazer as coisas.

Gradativamente, a grande empresa se torna o principal local da realização da P&D e da inovação, funções antes atribuídas às universidades, aos institutos de pesquisa e aos empreendedores. No entanto, a criação destes departamentos tem também o propósito de colaboração com outros atores. Afinal, a empresa está inserida em um ambiente, um sistema. Nesse sistema, ela interage, afeta e é afetada pelas ações das universidades, institutos de pesquisa, clientes, fornecedores, concorrentes entre outros – na busca pela geração de inovações para resolução de problemas, para satisfazer as necessidades humanas atuais e futuras, ou ainda, para preencher um nicho de mercado com maior valor agregado. Dessa forma, a geração de inovações depende das capacidades de inovação das empresas individualmente, mas também de como elas interagem entre si e com o setor financeiro, as organizações de pesquisa, o governo, seus clientes e fornecedores (EDQUIST, 2005).

Sendo grandes ou pequenas, as empresas buscam vantagens para atuar competitivamente no mercado. Neste sentido, há pontos positivos, tanto para grandes quanto para pequenas empresas no desenvolvimento de inovações. Não há resposta única sobre qual estrutura de mercado seria mais favorável aos investimentos em P&D e à geração de inovação. As grandes empresas, em geral, dispõem de mais recursos para investimentos em atividades inovativas, podem se beneficiar da imperfeição do mercado de capitais, conseguindo melhor acesso a financiamento para atividades de P&D, incorrem em economias de escala na tecnologia e seus custos fixos da inovação podem ser diluídos em maior volume de vendas. Além disso, dispõem de ativos complementares⁵ e maior escopo de atuação no mercado,

5. Conforme será visto na seção 2.3, ativos complementares são ativos e serviços que possibilitam auferir os lucros dos esforços em inovação (TEECE, 1986).

o que permite aumentar a produtividade das atividades de P&D e reduzir o risco dos investimentos inovativos (HASENCLEVER; FERREIRA, 2013).

As pequenas empresas, por outro lado, têm menos problemas com possíveis deseconomias de escala causadas pela perda de controle gerencial e da eficiência das atividades de P&D. Conseguem manter, de forma mais viva, seu espírito empreendedor, já que suas atividades não são burocratizadas, o que frequentemente ocorre nas grandes empresas (HASENCLEVER; FERREIRA, 2013). Neste sentido, diversos estudos na literatura, em especial, durante as décadas de 1960 e 1980, apontavam para a falta de elementos para comprovação da hipótese schumpeteriana que relaciona positivamente a capacidade de gerar inovações com o tamanho das empresas.⁶ Por este motivo, vale focar a atenção na análise dos recursos e das capacitações que as empresas acumulam para inovar, assim como nos seus processos de inovação, conforme será visto a seguir.

Segundo Penrose (2006), cada empresa possui uma gama de recursos, únicos e específicos, capazes, em conjunto, de gerar inovações e promover o crescimento da empresa a partir da utilização das oportunidades de mercado. Neste sentido, não há duas empresas iguais: elas diferem pelo conhecimento acumulado e pela disponibilidade e uso de seus recursos. Tais recursos podem ser adquiridos fora da empresa, no mercado, mas a forma de sua utilização e a capacidade de gerar expansão da empresa dependerão dos conhecimentos específicos de cada empresa. A visão baseada em recursos (VBR), escola de pensamento sobre a teoria da firma para a qual Edith Penrose muito contribuiu, inicia um padrão de análise das empresas focado nas suas características individuais, difíceis de serem imitadas devido às especificidades do conhecimento e dos recursos disponíveis em cada uma. Por esta visão, a gestão do conhecimento e do aprendizado na empresa ganha importância para o estudo das estratégias empresariais de crescimento.

Esta visão da empresa evolui com estudos de Chandler (1990; 1992a), Nelson (1991) e Teece (2006, 2010), que ressaltam a criação de capacidades internas às empresas a partir da combinação única de recursos e habilidades existentes em cada uma. Logo, os recursos e as capacitações são específicos às empresas e às indústrias em que elas atuam.

Chandler (1990; 1992a), a partir de pesquisa histórica sobre a trajetória da grande empresa industrial no século XX, identifica as capacidades organizacionais das empresas oligopolistas criadas por meio do processo de aquisição de conhecimento que ocorre durante a introdução de novos produtos e processos

6. Uma síntese dos estudos está em Hasenclever e Ferreira (2013, p. 99).

nos mercados nacionais e internacionais. Estas capacidades consistem num conjunto de instalações físicas e habilidades humanas específicas da empresa que, devidamente coordenadas e integradas, possibilitam economias de escala e escopo e ampliam a competitividade das empresas. O grande desafio dos gerentes das empresas é não só criar, mas manter atualizadas tais capacidades que tendem a se tornar obsoletas com a mudança das tecnologias e dos mercados. As combinações destes recursos e a criação das capacidades organizacionais específicas às empresas fazem com que o todo seja maior que a soma das partes, permitindo, assim, o crescimento das empresas, das indústrias dominadas por elas e das economias em que operam.

Nelson (1991), buscando responder à pergunta de por que as empresas diferem e quais as implicações disso, baseado na visão evolucionária e schumpeteriana de que as empresas precisam inovar para se manterem competitivas no mercado, ressalta as diferenças entre as empresas que, em boa parte, são resultado das distintas escolhas feitas por elas. Tais escolhas, segundo o autor, estariam baseadas em três aspectos característicos das próprias empresas: sua estratégia, sua estrutura e suas capacidades⁷ organizacionais essenciais. As estratégias seriam os “compromissos assumidos [...] para definir e racionalizar seus objetivos e os modos como pretende perseguí-los” (p. 180), e fazem parte da cultura administrativa da empresa. A estrutura “envolve a forma de organização e de governo da empresa, e de como as decisões são efetivamente tomadas e levadas adiante, determinando assim o que ela faz de fato, dada a sua ampla estratégia” (p. 181). As capacidades organizacionais essenciais são originadas e moldadas pelas estratégias e estrutura, são o que uma organização sabe fazer bem, e estão associadas a suas habilidades e rotinas (NELSON; WINTER, 1982). Segundo Nelson (1991, p. 182), ele e Winter propuseram que:

As empresas com bons desempenhos podem ser entendidas em termos de uma hierarquia de rotinas organizacionais praticadas que definem um nível inferior de habilidades organizacionais e como estas são coordenadas, bem como dos procedimentos decisórios de alto nível para escolher o que deve ser feito nos escalões inferiores.

7. Na versão em português do artigo de 1991 de Richard Nelson publicada na coleção Clássicos da Inovação da Unicamp, foi utilizado o termo aptidões para *capabilities*. No entanto, seguindo a tradição de uso do termo de capacidades dinâmicas para o conceito de *dynamic capabilities* cunhado por Teece (2006, 2010), optou-se por utilizar capacidade na versão em português de *capabilities* para os três termos apresentados: *organizational capabilities* (CHANDLER, 1990), *core capabilities* (NELSON, 1991) e *dynamic capabilities* (TEECE, 2006).

As rotinas são como os genes da organização, são o que a empresa aprende a fazer a partir de experimentos repetidos e tornam-se respostas automáticas a situações particulares. Estão relacionadas às habilidades dos indivíduos que fazem parte daquela organização, refletem a cultura organizacional e são o que diferenciam as empresas entre si (NELSON; WINTER, 1982; NELSON, 1991; TIDD; BESSANT, 2018).

Sendo assim, as capacidades organizacionais são específicas às empresas e as tornam diferentes entre si. Mudanças na estrutura e nas capacidades, apesar de possíveis, envolvem um custo considerável. As estratégias, por outro lado, são mais flexíveis e mutáveis.

Por fim, David Teece, no início da década de 1980, elabora o conceito de capacidades dinâmicas, as quais refletirão os esforços das empresas de criar e moldar os mercados para criação e captura de valor. Em seu recente trabalho publicado em 2010, o autor define:

Dynamic Capabilities are the firm's ability to integrate, build, and reconfigure internal and external resources/competences to address and shape rapidly changing business environments. [...] They reflect the speed and degree to which the firm's idiosyncratic resources/competences can be aligned and realigned to match the opportunities and requirements of the business environment (TEECE, 2010, p. 692).⁸

Tais capacidades dinâmicas devem ser construídas internamente com investimentos financiados pelos recursos próprios das empresas, não podendo ser compradas. Elas permitem às empresas evoluir e coevoluir com o ambiente econômico e manter sua lucratividade a longo prazo (TEECE, 2010).

Em síntese, a empresa inovadora, que compete em mercados oligopolizados com forte concorrência e estratégias empresariais interdependentes, investe em recursos internos - humanos, físicos, financeiros, organizacionais - que são únicos para cada empresa. A existência e a combinação desses recursos geram capacidades específicas às empresas e têm efeito direto sobre sua capacidade de gerar inovações e concorrer no mercado. O objetivo das empresas, então, é fazer com que o desenvolvimento dessas capacidades internas traga maior competitividade e possibilidade de maiores ganhos de parcelas de mercado e, conseqüentemente, de lucros. Dessa forma, a empresa é considerada o local da inovação, pois ela não só investe em acumulação de capacidades como ganha capacidade de orquestrar recursos internos e externos (absorvidos de outros atores) e de aplicar em produtos e processos inovadores que, levados ao mercado, permitem seu crescimento e atuação competitiva.

8. "As capacidades dinâmicas são a habilidade da empresa integrar, construir e reconfigurar recursos/competências internos e externos para responder e moldar-se rapidamente a mudanças no ambiente de negócios. [...] Refletem a velocidade e profundidade na qual as empresas podem alinhar e realinhar recursos/competências idiossincráticos para alcançar oportunidades e requisitos do ambiente de negócios" (TEECE, 2010, p. 692, tradução nossa)

1.2 Esforços inovativos da empresa

Como visto, as inovações são muito importantes na diferenciação e para a competitividade das empresas. Porém, a busca inovativa se caracteriza por ser um processo de longo prazo, que requer tanto a construção de capacidades internas de aprendizado nas empresas quanto a interação com os demais atores do sistema de inovação para a criação de conhecimento. A principal forma de a empresa desenvolver tais habilidades é por meio da realização de atividades de P&D. No entanto, ela não é a única atividade relevante e seu grau de importância dependerá das suas estratégias tecnológicas.⁹ Estas, por sua vez, vão variar de acordo com o setor e o posicionamento da empresa no mercado.

A quarta versão do Manual de Oslo (OECD, 2018), elaborado pela OCDE para dar diretrizes para coleta de dados e informações sobre inovação, identifica oito atividades inovativas realizadas pelas empresas: atividades de P&D; engenharia, desenho e outras atividades de trabalho criativo; *marketing* e atividades de valorização da marca; atividades relacionadas à propriedade intelectual; atividades de treinamento de empregados; desenvolvimento de *software* e atividades de banco de dados; atividades relacionadas à aquisição ou concessão de ativos tangíveis; e atividades de gestão da inovação. Destaca-se que estas atividades podem ser internas ou externas às empresas. A atualização do Manual traz também quatro tipos de capacidades importantes para as empresas gerarem inovação: os recursos controlados pela empresa, as capacidades gerenciais gerais da empresa, as habilidades da força de trabalho e como a empresa gerencia seus recursos humanos; e a habilidade de desenhar, desenvolver e adaptar ferramentas tecnológicas e recursos de dados.

As atividades internas de P&D têm relevância bastante significativa para a grande maioria das empresas. Cohen e Levinthal (1989) chamam atenção para o fato de que as atividades internas de P&D são importantes para a criação do conhecimento a ser utilizado na geração de inovações, e também do conhecimento utilizado na ampliação da capacidade de aprendizagem da empresa, que lhe permite absorver melhor o conhecimento externo. Isto porque quanto maior é a P&D realizada internamente, maior a habilidade da empresa de identificar, assimilar e explorar o conhecimento existente no ambiente em que ela está inserida. Para isso, estes investimentos em P&D devem ser contínuos. A disponi-

9. A relação entre o grau de importância das atividades de P&D e a estratégia tecnológica da empresa serão abordadas na próxima seção.

bilidade de conhecimento externo, só percebida pelas empresas que investem em P&D, não exclui necessariamente as atividades internas de P&D. A empresa deve acompanhar a criação de conhecimento do ambiente em que está inserida e, ao mesmo tempo, investir em P&D. São decisões complementares e não mutuamente exclusivas.

Rosenberg (1990) chama atenção para a importância das atividades de pesquisa, em especial a básica, entre as atividades de P&D realizadas pelas empresas como fundamentais na definição estratégica da dinâmica competitiva de longo prazo, e enumera três razões para isso: i) ajudam a empresa a tomar decisões estratégicas sobre seu futuro; ii) funcionam de maneira defensiva, permitindo tomada de decisões rápidas e eficientes quando concorrentes introduzem novos produtos no mercado numa direção tecnológica inesperada; iii) auxiliam na avaliação e no monitoramento da pesquisa realizada interna e externamente, seja em laboratórios de concorrentes ou de parceiros.

No entanto, as demais atividades inovativas,¹⁰ incluindo as realizadas com parceiros externos, também têm importância, ainda que a relevância de cada atividade seja diferenciada por setor. Isto ocorre pelas diferenças nas principais fontes de inovação e acumulação tecnológica entre eles. Ainda que essas distinções sejam variáveis por empresa, é possível identificar características comuns e definir padrões setoriais. Pavitt (1984) e, posteriormente, Bell e Pavitt (1993), apresentaram uma taxonomia setorial levando em consideração o principal foco da atividade tecnológica, suas principais fontes e direção da acumulação tecnológica, os principais canais de imitação e transferência de tecnologia, as principais formas de apropriação intelectual e tarefas da gestão estratégica, além do tamanho das empresas e do tipo de usuários. São então estabelecidos cinco grupos de setores: dominados por fornecedores, intensivos em escala, intensivos em informação, baseados em ciência e fornecedores especializados. Este agrupamento é útil, principalmente, em estudos setoriais, pois indica uma das principais características que devem ser estudadas em relação à inovação nas empresas do setor analisado.

10. Exemplos de outras atividades inovativas são: aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos, compra de máquinas e equipamentos e treinamento. Ver maiores detalhes na seção 3.1.

As características relacionadas à acumulação tecnológica de cada um dos grupos identificados na taxonomia e exemplo de setores que seguem estas características estão no Quadro 1.

Quadro 1 - Taxonomia setorial de acumulação tecnológica		
Nome	Acumulação tecnológica	Exemplo
Dominados pelos fornecedores	Engloba principalmente melhorias e modificações em métodos de produção.	Têxtil, Agricultura
Intensivos em escala	Engloba <i>design</i> , construção e operação de sistemas de produção complexos e/ou de produtos.	Automóveis, Construção civil
Intensivos em informação	Engloba <i>design</i> , construção e operação de complexos sistemas de estocagem e processamento de informação.	Varejo, Sistema Financeiro
Baseados em ciência	Emerge, principalmente, de laboratórios empresariais de P&D e é fortemente dependente do conhecimento, das habilidades e das técnicas oriundos da pesquisa acadêmica.	Química, Eletroeletrônica
Fornecedores especializados	Ocorre a partir de <i>design</i> , construção e uso operacional de fatores de produção, como máquinas, componentes, instrumentos e <i>software</i> .	Bens de capital, <i>Software</i>

Fonte: Adaptado de Pavitt (1984) e Bell e Pavitt (1993).

1.3 Estratégias da empresa inovadora

Além das características específicas das fontes de inovação e de acumulação tecnológica dos setores, as estratégias tecnológicas das empresas também afetam as decisões sobre quais tipos de atividades inovativas serão escolhidos pelas empresas. Seus efeitos sobre a importância da P&D interna e as formas de coordenação de suas parcerias serão descritos. Para Freeman (1975) e, posteriormente, Freeman e Soete (2008), são as estratégias empresariais em relação à inovação que determinarão quais atividades inovativas terão maior importância para a empresa. Os autores identificaram seis estratégias tecnológicas possíveis: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista. Em cada uma, a relevância das atividades internas de P&D, segundo os autores, é variada, como pode ser visto no Quadro 2. Importante notar que a classificação das estratégias tecnológicas de Freeman e Soete (2008) pode ser combinada com a divisão setorial proposta por Bell e Pavitt (1993) para análises das empresas inovadoras em setores específicos.¹¹

11. Conforme proposto por Paranhos (2012) para o setor farmacêutico brasileiro.

Quadro 2 - Estratégias tecnológicas das empresas	
Estratégia	Definição
Ofensiva	Empresa realiza grandes e importantes investimentos em P&D, inclusive em pesquisa básica, para obter liderança no mercado. Poucas empresas tendem a seguir esta estratégia.
Defensiva	Empresa estabelece um <i>gap</i> temporal para que seu produto tenha diferenciação vantajosa em relação ao primeiro produto lançado. A importância da P&D é a mesma da estratégia ofensiva, a natureza e o tempo da inovação é que são diferentes.
Imitativa	Empresa administra a defasagem tecnológica e de recursos em relação às empresas mais inovadoras, frequentemente licencia e adquire <i>know-how</i> das empresas líderes para usar como plataforma para suas inovações incrementais. Busca melhorias, ainda que pequenas, sobre os produtos originais, principalmente por meio dos processos produtivos. As atividades de P&D adaptativa estão fortemente ligadas à produção.
Dependente	Empresa subcontratada se integra ao ritmo inovativo da empresa maior, geralmente não tem instalações de P&D. Não inicia nem imita uma mudança tecnológica em seus produtos, exceto quando solicitada por clientes ou suas matrizes.
Tradicional	Empresa não tem inovações tecnológicas expressivas, porque o mercado não demanda mudanças e a competição não a estimula.
Oportunista	Empresa foca a produção em nichos de mercado nos quais as grandes empresas não estão interessadas. Não requer necessariamente P&D interna nem <i>design</i> complexo, ainda que em indústria intensiva em pesquisa.

Fonte: Adaptado de Freeman (1975) e Freeman e Soete (2008).

Ainda que traga importantes *insights*, se analisada sob a luz de Cohen e Levinthal (1989), a taxonomia proposta não considera a importância das atividades de P&D no desenvolvimento da capacidade de absorção de conhecimento pelas empresas, que, em geral, permeiam as diversas estratégias tecnológicas apontadas. Nas estratégias listadas no Quadro 2, as atividades de P&D são pensadas somente com a função de criar conhecimento. No entanto, mesmo as empresas com estratégia oportunista necessitam manter atividades sistemáticas de P&D para desenvolverem capacitação interna e poderem atuar rapidamente quando a oportunidade de mercado aparece. Ou ainda, as empresas com estratégia dependente necessitam realizar investimentos em P&D, pois muitas vezes atuam como principal fonte de tecnologia para as empresas maiores das quais são fornecedoras. Por isso, é difícil imaginar estratégias tecnológicas das empresas que não envolvam investimentos em P&D, ainda que em diferentes montantes e intensidades (PARANHOS, 2012).

Dessa forma, investimentos e esforços contínuos em atividades de P&D internas às empresas tornaram-se frequentes nos diversos setores. Entretanto, a decisão sobre integrar verticalmente as atividades de P&D nas empresas ou realizar outro tipo de alocação dos investimentos tem-se modificado com o passar do tempo. A realização de atividades de P&D de maneira desverticalizada, denominada “inovação aberta” pelo professor Henry Chesbrough, tem motivado as empresas a pensar os fluxos dessas atividades com dois novos sentidos: (i) de fora para dentro, quando ideias e tecnologias são absorvidas para melhoria dos processos da empresa; e (ii) de dentro para fora, quando ideias pouco utilizadas pela sua empresa integram-se ao processo de inovação de outros parceiros (CHESBROUGH, 2006). Essa abordagem possibilita às empresas atingir resultados maiores e mais rápidos com menores custos ou riscos (SCHILLING, 2019) e amplia o mercado externo de atividades de P&D. No entanto, e conforme já argumentado anteriormente, Teece (2010) destaca que a P&D externa funciona somente de forma complementar à P&D interna, não a substituindo.

O aumento da complexidade do conhecimento é outro fator que leva à necessidade de diversidade nas fontes de inovação. Conforme Gibbons *et al.* (1994) afirmam, a demanda atual do conhecimento é complexa e multidisciplinar, requer interação entre diversas áreas de conhecimento e também com atores do sistema na busca por um resultado predefinido (modo 2 de criação do conhecimento). Assim, a interação com atores externos para realizar atividades de P&D e gerar inovação é uma tendência crescente. As atividades internas de P&D são frequentemente complementadas por atividades externas realizadas em conjunto com universidades e instituições de pesquisa, clientes, fornecedores, empresas parceiras e até empresas concorrentes para ampliação do conhecimento e da capacidade inovativa. Segundo Schilling (2019), as parcerias para realizar P&D de maneira desverticalizada podem ser estruturadas por meio de: aliança estratégica, *joint venture*, licenciamento, terceirização ou formação de organizações de pesquisa coletiva.

A universidade, por exemplo, aparece em diversos estudos, como Mansfield (1998), Klevorick *et al.* (1995) e Cohen, Nelson e Walsh (2002), como um desses atores, devido à grande velocidade de criação de novos conhecimentos e de eliminação dos conhecimentos existentes,¹² conforme apresentado no Capítulo 5 deste livro. A contribuição da universidade para a inovação ocorre por meio dos

12. Na atual economia do aprendizado, conforme Lundvall e Johnson (1994) e Foray e Lundvall (1999), a obsolescência do conhecimento tem sido crescente.

resultados de suas pesquisas - fundamentalmente conhecimento novo -, com a empresa fazendo, posteriormente, parte da pesquisa aplicada e a maior parte do desenvolvimento dos produtos e processos (ROSENBERG; NELSON, 1994), mas também com a formação de recursos humanos qualificados para solucionar problemas (LUNDVALL, 2007a). Os resultados dos estudos mostram que diferentes posicionamentos estratégicos das empresas levam a diferentes níveis de importância do relacionamento com a universidade. Assim, quanto mais ofensivo é o posicionamento das empresas em relação a seus concorrentes, maior é a relevância dessa interação.

Lundvall (1992), por outro lado, destaca a importância dos usuários na geração de inovação e na sua difusão. Isso porque as inovações devem atender às demandas dos usuários, e sua difusão só ocorrerá se as informações sobre as suas características alcançarem seus usuários potenciais. Além disso, o usuário terá interesse em conhecer e monitorar o produtor, pois ele necessita de informações sobre as características específicas dos novos produtos e, em alguns momentos, chama o produtor a ajudá-lo a encontrar a solução de um problema. Tais elementos mostram a importância da relação das empresas (produtor) com seus consumidores finais (usuário), mas também das empresas (usuários) com seus fornecedores (produtor). O aumento de parcerias e da importância dos atores externos no processo de inovação das empresas, como visto, vem cada vez mais despontando na área de gestão da inovação em empresas como uma importante estratégia para aumento da competitividade e aceleração da inovação. As empresas saem de um modelo de integração vertical das atividades de P&D para um modelo no qual ideias e conhecimentos externos são combinados às ideias e conhecimentos internos à empresa. A P&D, neste caso, é considerada um sistema aberto.¹³ Estas atividades de cooperação com atores externos, no entanto, implicam também dificuldades para as empresas, como a coordenação dos parceiros e a apropriação do conhecimento e/ou inovação gerados. Segundo Schilling (2019), a colaboração reduz a capacidade de controle sobre o desenvolvimento e os lucros resultantes da inovação, além de expor a empresa ao risco de conduta ilegal do parceiro.

Em termos de apropriação dos resultados, diferentes estratégias de colaboração podem ser estabelecidas de acordo com o potencial estratégico e a complexidade da tecnologia desenvolvida. Desde uma estratégia totalmente proprietária

13. O caso da Procter & Gamble (CHESBROUGH, 2006; SCHILLING, 2019) é um exemplo interessante de inovação aberta.

em que a tecnologia só pode ser ampliada e desenvolvida por seus desenvolvedores - pois há uso de mecanismos de proteção -, até a estratégia totalmente aberta sem qualquer mecanismo de proteção. Quanto ao uso da tecnologia como um ativo e sua transferência, há três formas de licenciamento: limitado, em que o desenvolvedor ainda tem maior controle sobre o desenvolvimento da tecnologia; moderado, em que o desenvolvedor permite desenvolvimento de bens e aplicações complementares, e o liberal, com acesso livre à tecnologia, mas com aprovação do desenvolvedor (SCHILLING, 2019).

Na questão da apropriação, importa também a existência de ativos complementares¹⁴ à inovação (TEECE, 1986), - como tecnologias complementares, capacidade produtiva, canais de distribuição, estratégias de *marketing*, serviços de venda - que permitirão levar a inovação ao mercado e se apropriar do esforço inovador. Por este motivo, ainda que o conhecimento seja gerado por um parceiro, se ele não possui os ativos complementares necessários, a inovação não se concretiza. Por exemplo, grandes empresas possuem canais de distribuição e comercialização que, em geral, estão ausentes nas pequenas empresas desenvolvedoras de tecnologia. Dessa forma, as grandes empresas possuem ativos complementares que potencializam a sua capacidade de apropriação dos resultados. Assim, a existência de ativos complementares amplia ainda mais a propensão da grande empresa a investir em pesquisa interna e em colaboração.

Esta é uma das razões pelas quais as grandes empresas possuem programas de criação de empresas a partir dos resultados de pesquisa interna ou em parceria com terceiros (HAYTON; KELLEY, 2006). O objetivo, nestes casos, é ampliar o uso e as possibilidades de apropriação dos resultados dos esforços inovativos por parte das grandes empresas. Ou ainda, a redução dos custos de realização interna de certa atividade, que passa a ser fornecida por uma pequena empresa, em geral, criada pelos próprios funcionários que já a realizavam internamente. Segundo Hayton e Kelley (2006), o empreendedorismo corporativo, que envolve inovação em produto e processo, desenvolvimento de empreendimentos corporativos internos e externos, e desenvolvimento de novos planos de negócio, é uma importante fonte de vantagem competitiva para as empresas.

Por fim, vale ressaltar a relação das estratégias com a taxonomia setorial de Pavitt. A importância maior ou menor de cada um desses atores externos dependerá das características das principais fontes de inovação e da forma de acu-

14. Os ativos complementares podem ser genéricos, especializados ou coespecializados em relação à inovação (para maiores detalhes ver TEECE, 1986).

mulação tecnológica das diferentes empresas e setores industriais. Por exemplo, os setores baseados em ciência dependem fortemente dos conhecimentos, das habilidades e das técnicas oriundas dos laboratórios de P&D das empresas, mas também das universidades. Já os setores intensivos em escala dependerão fortemente das habilidades e técnicas oriundas de seus departamentos de engenharia, responsáveis pelo desenvolvimento de produtos e processos.

2. MANUAIS E PESQUISAS: MÉTRICAS DA EMPRESA INOVADORA

A teoria evolucionária e neo-schumpeteriana é fortemente baseada em evidências de estudos, pesquisas e análises das estratégias empresariais e suas práticas organizacionais, com objetivo de trazer elementos reais de suas atividades, esforços e resultados para a abordagem teórica. Com isso, a empresa não é mais uma caixa preta, como na teoria neoclássica, ela se torna uma unidade de análise (CHANDLER, 1992b). Assim, o entendimento do seu processo decisório, sua estrutura, suas estratégias e seu conjunto de capacidades faz parte do olhar da economia da inovação.

A partir deste entendimento, tornou-se necessária a elaboração de métricas e indicadores para coleta, análise e avaliação dos esforços e resultados alcançados pelas empresas em relação à inovação. Desde 1963, com a primeira versão do Manual Frascati, a OCDE elabora manuais metodológicos para orientar a coleta dessas informações (ver Capítulo 22).

No tema específico desse capítulo, é importante destacar o Manual de Oslo (OCDE, 2018) que estabelece “propostas de diretrizes atualizadas para coletar, reportar e utilizar dados de inovação” e que dá base às pesquisas de inovação nas empresas em vários países. Segundo o Manual, na sua quarta revisão em 2018, as empresas inovam¹⁵ em produto e processo de negócio, que engloba as inovações de processo, organizacionais e de *marketing*. A inovação de produto pode usar novos conhecimentos ou tecnologias, ou ser baseado em novas combinações de conhecimentos e tecnologias existentes. Além disso, tem que estar disponível para os usuários potenciais, mas não requer que a inovação gere vendas - por exemplo, produtos digitais oferecidos sem custo para o usuário que obtém recei-

15. Desde 1963, estas informações eram coletadas pelo Manual Frascati, com ênfase nas atividades de P&D das empresas e universidades e centros de pesquisa. O Manual de Oslo ampliou esta visão, focando no fenômeno inovação e os vários agentes que contribuíam para a empresa inovar, incluindo também inovações não tecnológicas a partir da sua terceira revisão em 2005 e inovações de processo de negócio em 2018.

ta por meio de propaganda (OECD, 2018). O Manual define ainda uma distinção da dimensão geográfica das inovações para indicar o grau de novidade de cada inovação que pode ser de três tipos: inovação para a empresa, para o mercado nacional e para o mercado global. No Quadro 3, estão as definições de cada um desses tipos de inovação.

Quadro 3 - Tipos e dimensões das inovações	
TIPO	DEFINIÇÃO
Produto	É um bem ou serviço novo ou melhorado que difere significativamente de bens e serviços prévios da empresa e que foi introduzido no mercado.
Processo de negócio	É um novo ou melhorado processo de negócio para uma ou mais funções de negócio que difere significativamente dos processos de negócios prévios da empresa e que foi colocado em uso na empresa.
DIMENSÃO	DEFINIÇÃO
Para a empresa	Empresa realiza mudança inovativa apenas para ela mesma, pois já foi introduzida no mercado nacional e no global.
Para o mercado da empresa	Empresa é a primeira a introduzir a inovação em seu mercado que é definido como a empresa e seus concorrentes, podendo incluir uma região geográfica ou uma linha de produto.
Para o mercado global	Empresa é a primeira a introduzir a inovação em todos os mercados e indústrias, domésticos ou internacionais.

Fonte: Adaptado do Manual de Oslo (OECD, 2018).

A partir dos Manuais da OCDE, pesquisas de inovação foram elaboradas em diversos países, que têm órgãos responsáveis pela sua execução e divulgação. Um breve levantamento dessas pesquisas e das suas fontes de dados é o tema da próxima seção.

2.1 Pesquisas de inovação no mundo e no Brasil

A OCDE sistematiza na sua página eletrônica¹⁶ as informações sobre investimentos em inovação nos seus países membros, e alguns não membros, e a cada dois anos publica o *Science, Technology and Innovation Outlook*. Tais dados são referentes à realização de esforços e execução de atividades inovativas em diferentes atores econômicos, como governo, empresas e instituições de pesquisa.

16. Disponível em: <https://stats.oecd.org>

As informações detalhadas dos esforços e resultados inovativos nas empresas, por outro lado, podem ser encontrados nas pesquisas de inovação realizadas com base no Manual de Oslo em cada país. Para os 16 países da União Europeia¹⁷ é feita a *Community Innovation Survey* (CIS) desde 1992 pelo *Statistical Office of the European Communities* (Eurostat). Nos EUA, é realizada a *Business Research and Development and Innovation Survey* (BRDIS)¹⁸ desde 2008 pelo *The National Center for Science and Engineering Statistics*. No Japão, *The Japanese National Innovation Survey* (J-NIS) é conduzida desde 2003 pelo *National Institute of Science and Technology Policy* (NISTEP). Tais pesquisas apresentam dados para empresas com mais de 10 pessoas ocupadas sobre dispêndios em atividades inovativas, pessoal ocupado em P&D, parceiros de atividades colaborativas, resultados inovativos, entre outros.

Na América Latina, o Manual de Bogotá, elaborado no âmbito da *Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología* (RICYT), busca elaborar indicadores de inovação que equilibrem a metodologia e os conceitos previstos nos Manuais Frascati e de Oslo e as especificidades dos sistemas de inovação e das empresas da América Latina e Caribe. Por exemplo, Uruguai e Colômbia realizam pesquisas de inovação combinando as orientações do Manual de Oslo e de Bogotá. No Uruguai, a *Encuesta de Actividades de Innovación en Empresas* (EAI) é realizada a cada três anos com as empresas com cinco ou mais empregados.¹⁹ Na Colômbia, a *Encuesta Nacional de Desarrollo e Innovación Tecnológica* (EDIT) é realizada a cada dois anos com todas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas.²⁰

No Brasil, os dados dos esforços e resultados de inovação das empresas da indústria extrativa, de transformação e serviços são coletados pela Pesquisa de Inovação (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Pintec é realizada a cada três anos desde 2000. Baseada no Manual de Oslo coleta de forma amostral informações de empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas. Os dados são divulgados com recortes pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), por grandes regiões e unidades da federação e por faixa de pessoal ocupado.

17. Os 16 países da União Europeia considerados são: Áustria, Bélgica, Chipre, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Malta, Holanda, Portugal, Eslováquia, Eslovênia e Espanha.

18. Substitui a *Survey of Industrial Research and Development*, que foi realizada desde 1953 (NSF, 2019).

19. Disponível em: <http://www3.ine.gub.uy:82/Anda4/index.php/catalog/39>

20. Disponível em: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>

As três primeiras edições apresentam dados por atividades econômicas de acordo com a CNAE 1.0, a partir de 2008 os dados são agregados²¹ de acordo com a CNAE 2.0. As duas primeiras edições da pesquisa incluíram somente empresas do setor industrial - extrativa e de transformação. A partir da edição de 2005, o escopo setorial foi ampliado com empresas do setor de serviços (como telecomunicações, atividades de informática e P&D) e foi incluída a pergunta sobre o uso da biotecnologia. Na edição de 2008, o conceito de inovação foi ampliado para incluir também as inovações organizacionais e de *marketing*, e foi introduzida a pergunta sobre o uso de nanotecnologia. Na edição de 2011, houve inserção de novos setores econômicos: eletricidade e gás e serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas. Também nesta edição, o termo “tecnológica”²² foi suprimido do nome da pesquisa, seguindo as orientações internacionais do Manual de Oslo. A edição de 2014 não apresenta mudanças no escopo, mas destaca o quantitativo de mulheres atuando como pesquisadoras nas empresas e o número de empresas que participou das compras públicas governamentais de produtos inovadores.

A Pintec pergunta sobre a implementação de inovações, realização de projetos de inovação, atividades inovativas, financiamento dessas atividades, realização de P&D interna e compra de P&D externa, impactos da inovação, fontes de informação, parceiros para cooperação para inovar, apoio do governo para inovação, métodos de proteção estratégicos, problemas e obstáculos à inovação, e uso de biotecnologia e nanotecnologia. As atividades inovativas identificadas na Pintec e suas definições podem ser vistas no Quadro 4.

A partir desses indicadores é possível conhecer as características e tendências das empresas brasileiras²³ em relação à inovação, o que pode servir de base para estudos acadêmicos, análises empresariais e políticas públicas. Como se trata de uma pesquisa amostral, os resultados são representativos do universo.

21. Avaliações setoriais devem atentar para esta diferença de classificação.

22. Até a edição de 2008, Pintec era o acrônimo para Pesquisa de Inovação Tecnológica.

23. Entende-se por empresas brasileiras aquelas situadas no Brasil, podendo a origem de capital ser nacional ou estrangeira, sem distinção, desde 1988, ano de promulgação da Constituição Brasileira.

Quadro 4 – Tipos de atividades inovativas	
Tipo	Definição
Atividades internas de P&D	Trabalho criativo, empreendido de maneira sistemática, com o propósito de aumentar o acervo de conhecimentos da empresa, e o uso desses conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
Aquisição externa de P&D	Atividades de P&D realizadas por outra organização, empresas ou instituições tecnológicas, e adquiridas pela empresa.
Aquisição de outros conhecimentos externos	Acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações.
Aquisição de <i>software</i>	Aquisição de desenho, engenharia, processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, para automatização de processos, etc., especificamente comprados para implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados. Não incluídos os registrados na P&D.
Aquisição de máquinas e equipamentos	Aquisição de máquinas, equipamentos, <i>hardware</i> , especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados.
Treinamento	Treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados.
Introdução de inovações tecnológicas no mercado	Atividades internas ou externas de comercialização, ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento. Exclui a construção de redes de distribuição de mercado para as inovações.
Outras preparações para a produção e distribuição	Procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo, não incluídos nos itens anteriores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas inovadoras são capazes de reconhecer, criar e explorar complementariedades, principalmente, de seus ativos intangíveis tecnológicos e organizacionais para atender às necessidades dos consumidores. Somente as empresas capazes de dominar todas as formas de explorar estas complementariedades poderão ser competitivas, dinâmicas.

A capacidade de orquestrar todas as complementariedades de uma empresa traduz a sua capacidade dinâmica, e é o cerne de uma empresa inovadora.

A empresa, como visto, deve ser compreendida como um repositório de conhecimento e um instrumento de aprendizagem, o local da inovação.

A seguir serão apresentadas algumas considerações sobre o que faltaria para que uma teoria da firma fosse mais adequada para compreender a firma inovadora e o que faltaria para que a representação empírica da firma inovadora fosse mais ilustrativa.

A fronteira de pesquisa sobre a teoria da firma deve explorar a via aberta por Winter (2006), que corretamente afirma ser a empresa, e não as pessoas que trabalham nela, a que sabe atender às necessidades dos consumidores por meio da inovação. Este caminho de pesquisa indica a necessidade de aproximar as teorias baseadas em conhecimento (teoria evolucionária) das teorias baseadas em criação de capacidades organizacionais (teoria baseada em recursos) se o objetivo é compreender a natureza da firma inovadora. Esta foi a via adotada para a seção 2, que trata de abordagens e conceitos. Entretanto, este ainda é um caminho em aberto, cheio de resistências, como indicado por Teece (2010, p. 723): *“However, it is not clear that many economists are willing as yet to recognize the implications of firms being repositories of knowledge and instruments for learning”*.²⁴

O Manual de Oslo aproximou as métricas empíricas utilizadas para capturar alguns aspectos sistêmicos e organizacionais das empresas inovadoras. No entanto, ainda serão necessárias mais investigações acerca da história das empresas inovadoras, como foi feito por Alfred Chandler, para conhecer melhor como as capacidades organizacionais dessas empresas, principalmente na realização de P&D, que são as formas mais importantes de uma empresa adquirir sustentabilidade competitiva no longo prazo.

As razões para isso são várias. Em primeiro lugar, como já apontado neste capítulo, a partir da quarta edição do Manual de Oslo, uma abrangência maior das mudanças que afetam o desempenho da empresa e sua acumulação de conhecimento requer uma estrutura mais ampla do que somente os aspectos tecnológicos, devendo incluir também os aspectos organizacionais. Destaca-se que o desenvolvimento da tecnologia da informação e comunicação (TIC) e da biotecnologia, no final dos anos de 1980, permitiu novas formas de gestão da inovação na empresa, como é o caso do modelo de gestão aberta da inovação. O desenvolvimento dessas tecnologias, dada sua característica transversal, tem

24. “No entanto, não está claro que muitos economistas já estejam dispostos a reconhecer as implicações das empresas serem repositórios de conhecimento e instrumentos de aprendizado.” (TEECE, 2010, p. 723, tradução nossa).

gerado efeito sobre os tipos de serviços prestados, mas também sobre a forma organizacional das empresas nos diversos setores, incluindo a P&D.

Em segundo lugar, a capacidade das empresas de desenvolverem novos produtos e processos é afetada por sua estrutura interna, incluindo a forma como o trabalho é organizado. De fato, a literatura de negócios mostra claramente que as formas de trabalho mais interativas e menos hierárquicas são mais estimuladoras da inovação. O desenvolvimento da biotecnologia, por exemplo, ocorre principalmente nestas estruturas colaborativas, dada a grande complexidade da tecnologia e a necessidade da combinação de diversas fontes de conhecimento. Tais estratégias são facilitadas pela possibilidade de uso das TICs na troca de informação e conhecimento, permitindo maior aproximação entre parceiros que, algumas vezes, podem estar em continentes diferentes.

Em terceiro lugar, a própria forma de organização do trabalho afeta a produtividade dos trabalhadores como largamente ilustrado pelos estudos de caso versando sobre as organizações japonesas. E, finalmente, somente com estudos mais qualitativos é que estas dimensões da firma inovadora poderão ser captadas (GREENAN; LORENZ, 2013).

Este capítulo convida os leitores a fazerem parte deste programa de pesquisa, instigando-os a buscar exemplos históricos de empresas inovadoras e destacando suas melhores práticas organizacionais, principalmente, nas atividades de P&D, que auxiliem na compreensão das suas capacidades dinâmicas.

7

Processos de aprendizado e capacidades no nível das firmas

Ana Lúcia Tatsch

INTRODUÇÃO

O presente capítulo examina dois importantes temas correlacionados – processos de aprendizado e capacitações das firmas – os quais são chave para melhor compreender o desempenho inovativo das organizações.

A partir do referencial neo-schumpeteriano, entende-se que as atividades de aprendizado proporcionam às firmas acumular conhecimentos, construir capacidades e inovar. Isto porque é esse processo de aprendizado que gera e integra o conhecimento especializado, que torna possível a inovação. Nesta lógica está o entendimento que o aprendizado tecnológico viabiliza a acumulação de capacidades tecnológicas que dão origem às mudanças técnicas (novos ou adaptados produtos e processos).

Essa capacidade para adaptar-se, ajustando-se às transformações tecnológicas e produtivas, é importante para as firmas manterem e ampliarem sua competitividade. Logo, capacidades são datadas e específicas aos mercados em que as organizações atuam. Tais especificidades dos mercados e sua influência nos processos de aprendizado e criação de capacitações é a terceira temática tratada neste capítulo. Para a literatura evolucionista, há discrepâncias relevantes entre setores e tecnologias em termos de bases de conhecimentos; por consequência, os processos de aprendizado são específicos à tecnologia, dado que distintas tecnologias requerem aprendizados diversos. Isso implica em diferentes esforços das firmas dependendo dos setores em que operam. Logo, os processos de aprendizado, por meio dos quais capacidades são acumuladas, são especializados. Portanto, interessa aqui também melhor compreender as particularidades dos padrões setoriais de concorrência.

Este capítulo objetiva então revisar a literatura acerca do aprendizado e da

construção de capacidades tecnológicas no contexto das firmas.¹ Para tanto, na primeira seção, apresentam-se o significado e os diversos tipos e dimensões do aprendizado tecnológico. Na segunda, é feita uma discussão sobre os conceitos que envolvem as capacidades das empresas. Capacidades essas relacionadas aos esforços de busca, absorção e aplicação de conhecimentos e informações necessários para as firmas empreenderem mudanças técnicas. Na terceira seção, explora-se a influência das características setoriais, dos padrões tecnológicos e de mercado nos processos de aprendizado e de construção de capacidades. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

1. APRENDIZADO TECNOLÓGICO²

No âmbito da literatura neo-schumpeteriana, existe um consenso de que o conhecimento é essencial para o estabelecimento de vantagens competitivas tanto das empresas quanto das regiões, já que está relacionado à geração da capacidade inovativa e à habilidade de se estar na vanguarda tecnológica. Essa visão ganha ainda mais propriedade quando se tem em mente que o conhecimento e o aprendizado têm papel central no desenvolvimento econômico das firmas e da sociedade em geral, por isso a denominação “Economia baseada no Conhecimento” (WIBE; NARULA, 2001).

No entanto, se, nesse contexto, o conhecimento é visto como um ativo-chave, o aprendizado é encarado como um elemento fundamental; ou, em outras palavras, enquanto o conhecimento é visto como o principal recurso, o apren-

1. Embora não seja objeto deste capítulo, a discussão sobre aprendizado e capacidades tecnológicas pode também ser feita no âmbito dos países. Veja, por exemplo, Katz (1984) e Lall (1992), que investigam os fatores-chave que afetam a aquisição de capacidades tecnológicas pelas indústrias dos países menos desenvolvidos; e Bell e Pavitt (1993) e Lall (2005) para uma análise dos países em desenvolvimento vis-à-vis os desenvolvidos. Nesta direção, há ainda trabalhos mais recentes como o de Bell e Figueiredo (2012) que focam sua análise nos estágios de desenvolvimento e explicam o catch-up tecnológico como fruto da acumulação de capacidades. Outro exemplo é o trabalho de Molina-Domene e Pietrobelli (2012) sobre os drivers das capacidades tecnológicas de países emergentes (Argentina, Brasil e Chile são os casos estudados a partir de um estudo econométrico). Também Dutrénit et al. (2019) discutem o processo de acumulação de capacidades tecnológicas no nível dos países (e também das firmas), destacando a realidade dos países latino-americanos.

2. Os estudos sobre o aprendizado incluem vários aspectos; nem todos tratados na presente seção. Dentre eles, está o papel das instituições. Nessa direção, vale ler Johnson (1992). Em português, o texto de Queiroz (2006) também trata dessa temática e faz uma interessante resenha sobre aspectos teóricos e conceituais do tema do aprendizado tecnológico.

dizado é entendido como o processo mais relevante (LUNDEVALL, 1992).³ Assim, por definição, o processo de aprendizado está na raiz do processo inovativo, pois, se já se soubesse como gerar produtos e/ou processos melhores, o ato de fazê-lo não necessitaria ser inovativo. O processo de aprendizado, portanto, gera e integra conhecimento especializado que torna possível a inovação. Por esse motivo, conforme o pensamento evolucionista, a inovação deve ser entendida como resultado desse processo de aprendizado interativo entre firmas e seu ambiente.

De modo geral, o aprendizado é visto como o processo a partir do qual as firmas ampliam sua base de conhecimentos. Assim, as atividades de aprendizado proporcionam às firmas um melhor conhecimento das características tanto dos produtos quanto dos processos, favorecendo a introdução de aperfeiçoamentos, modificações e inovações nos produtos e nos processos existentes. Dessa forma, a longo prazo, estabelece-se uma ligação entre aprendizado, conservação do conhecimento acumulado e capacidade tecnológica da empresa. Para tanto, as empresas devem alocar recursos para aprender, o que envolve o estabelecimento de relações e conexões entre conhecimentos e experiências. As firmas enquanto organizações que aprendem, incorporam esse aprendizado em rotinas, que conformam sua identidade, seus padrões comportamentais e, por consequência, sua memória organizacional; promovendo a diversidade empresarial (NELSON; WINTER, 2005).

Em síntese, o que a literatura neo-schumpeteriana apregoa, a partir de uma larga pesquisa empírica, é que o processo de aprendizado é cumulativo, coletivo e incerto. O aprendizado entendido, então, como um processo cumulativo incrementa continuamente o estoque de conhecimentos das firmas (MALERBA, 1992), e compreende diversas características-chave. Dentre elas, pode-se dizer que o aprendizado abrange tanto habilidades organizacionais quanto individuais, e, embora estas últimas sejam também importantes, seu valor depende de seu emprego em cenários organizacionais específicos. Por conseguinte, os processos de aprendizado são intrinsecamente sociais e coletivos e requerem códigos

3. Conhecimento é mais do que informação. Informação corresponde a elementos específicos do conhecimento que podem estar em bits e serem enviados para longas distâncias. Enquanto o conhecimento relaciona-se à capacidade cognitiva, a informação, a dados estruturados e formatados. Estes últimos são passivos e inertes até que utilizados. Logo, é necessário conhecimento para interpretá-los e processá-los (DAVID; FORAY, 2001, p. 4). Portanto, o conhecimento inclui habilidades, e o aprendizado é um processo de construção de competências (LUNDEVALL, 1996, p. 2-3). Para uma síntese dessa discussão sobre a distinção entre informação e conhecimento, bem como do papel econômico desse último veja Possas (1997).

comuns de comunicação e procedimentos de busca coordenados (TEECE, 2005, p. 154-155). Amin e Wilkinson reforçam alguns desses aspectos, já que, para eles, os processos de aprendizado, que absorvem informação e geram e difundem o conhecimento (de ambas as sortes), são atividades coletivas que dão forma ao *background* e à experiência de cada organização. Sua eficácia depende da qualidade da interação social e das linhas de comunicação (1999, p. 121).

As firmas aprendem tanto a partir de sua própria experiência – em design, desenvolvimento, produção e marketing – quanto a partir de um elenco diferenciado de fontes externas – sejam fornecedores, usuários, universidades, centros de pesquisa, licenciadores, licenciados e outros. O privilégio a uma ou mais fontes internas e externas de aprendizado depende do tipo de indústria e do tamanho da firma, mas, de todo modo, compreenderá um processo contínuo e interativo de aprendizado, que sofre influência do ambiente no qual a firma se insere e das políticas adotadas (FREEMAN, 1996).

Essa preocupação em compreender os processos de aprendizagem e, até mesmo, de classificá-los não é de hoje. Diferentes autores buscaram fazê-lo. A seguir, procura-se destacar e organizar algumas das principais contribuições encontradas na literatura.

1.1 Formas de aprendizado

Arrow (1962) salienta que o aprendizado é produto da experiência. Nesse sentido, as experiências prévias adquiridas com a repetição de funções produtivas têm um papel fundamental para modificar a percepção individual e, em consequência, buscar caminhos alternativos na solução de problemas. O aprendizado ocorre, portanto, na tentativa de resolver problemas relativos às atividades produtivas. Por conseguinte, para esse autor, o processo de *learning-by-doing* ganha destaque, uma vez que esse tipo de aprendizado se relaciona à capacidade individual ou organizacional de resolver problemas técnicos, de melhorar produtos e/ou processos a partir da experiência de produção.

Rosenberg (1982), por sua vez, ressalta que o processo de inovação tecnológica deve ser visto como um conjunto de diferentes tipos de processos de aprendizagem e, dentre eles, dá destaque ao processo de aprendizado que ocorre a partir da utilização de novos produtos por seus usuários, o chamado *learning-by-using*. Para esse autor, esse tipo de aprendizado é particularmente importante no caso dos bens de capital, pois sua performance normalmente só pode ser medida a partir de um longo período de experiência, bem como suas características entendidas depois de prolongado e intenso uso.

Ainda para Rosenberg, o aprendizado pelo uso gera dois tipos úteis de conhe-

cimento - o incorporado e o desincorporado. No primeiro caso, o aprendizado pelo uso possibilita um melhor entendimento da relação entre as características de um projeto específico e o desempenho do produto dele resultante, permitindo, assim, um aperfeiçoamento do projeto. Nessa situação, o resultado da experiência advinda do aprendizado pelo uso é uma modificação na concepção do projeto. No segundo caso, o aprendizado pelo uso não gera alterações de projeto, embora traga informações sobre o desempenho e sobre características operacionais do produto, facilitando novas práticas que incrementem a produtividade.

Já Lundvall (1988) destaca o processo de *learning-by-interaction* entre produtores e usuários finais, sejam estes últimos trabalhadores, consumidores ou setor público. Para Lundvall, nem todas as relações produtor-usuário promovem atividades inovativas, pois a proximidade com usuários conservadores e com fraca competência técnica pode até ser uma desvantagem para o produtor. No entanto, o contrário também é verdadeiro. Portanto, inovatividade e competência são importantes qualidades que tanto produtores quanto usuários devem ter para estimular uns aos outros. De todo modo, a efetividade da relação produtor-usuário aumenta ao longo do tempo, quando a confiança entre eles cresce, e a troca de informações torna-se mais frequente.

Vale aqui um destaque especial ao conceito de *learning-by-interaction* dada sua relevância no âmbito da abordagem neo-schumpeteriana. A literatura neo-schumpeteriana explicita que os processos de inovação e de difusão de novas tecnologias não são independentes, mas, sim, parte de um mesmo processo. A inovação, portanto, envolve mudanças contínuas e progressivas, introduzidas durante a difusão, por meio dos diferentes processos de aprendizagem. Logo, os avanços que ocorrem durante o processo de difusão são também resultado das contribuições e da experiência dos usuários.

Tal literatura, por conseguinte, reconhece a importância que deve ser atribuída tanto aos produtores quanto aos usuários na formação da capacidade tecnológica e demonstra que a natureza e a intensidade dessas interações, bem como a sinergia entre produtor e usuário, são indispensáveis para o sucesso do processo inovativo (FREEMAN, 1996).

Assim, a característica essencial para o sucesso da inovação é esta ser uma resposta às necessidades dos usuários.⁴ Quanto mais experiência os usuários tive-

4. Nos anos 1970, o Projeto SAPPHO, desenvolvido sob a coordenação de Chris Freeman, no SPRU, junto à Universidade de Sussex, conclui que empresas bem-sucedidas em seus processos inovativos, dentre outros aspectos, estabeleceram fortes relações com seus usuários. Esses resultados deram forte embasamento à ideia de que o sucesso inovativo se vincula às relações de longo prazo e à estreita interação com agentes externos à firma (LUNDVALL et al., 2002, p. 218). Nos casos de sucesso, além das interações com os usuários, havia ligações com fontes externas de informação científica e tecnológica.

rem, maior será sua influência na direção da mudança técnica. Hoje em dia, mais do que nunca, as necessidades dos usuários devem ser entendidas e levadas em conta e são fundamentais para as atividades de design e re-design de produtos, as quais são consideradas indispensáveis no processo de inovação-difusão.

Também Von Hippel (1976; 1988), com base em um conjunto de pesquisas quantitativas, afirma que aproximadamente três de cada quatro projetos inovadores de sucesso comercializados na indústria de bens se inicia como resposta a alguma necessidade do usuário, bem como é o entendimento dessas necessidades o fator que mais fortemente distingue os projetos inovativos de sucesso daqueles fracassados. Ou, ainda, em outras palavras, existe uma forte correlação entre as inovações comercializadas com sucesso e um acurado entendimento das necessidades dos usuários por parte da firma inovadora.

Muitas vezes, a interação produtor-usuário envolve cooperação direta. Nesse caso, o usuário pode apresentar ao produtor necessidades específicas, a serem satisfeitas pelo novo produto. A partir de então, o produto é desenvolvido e vendido ao usuário que, normalmente, recebe treinamento próprio, e, por um período determinado, o produtor tem a obrigação de fazer ajustes e reparos no equipamento, bem como realizar atualizações.

Códigos de informação também são necessários para favorecer os canais e o fluxo de informações entre os produtores e os usuários, códigos estes que consomem tempo e envolvem aprendizado para se tornarem efetivos, da mesma forma que implicam certa seletividade de agentes, isto é, normalmente um produtor interage com um pequeno grupo de usuários, e estes com um ou com poucos produtores. Tal seletividade reflete a necessidade de se desenvolverem relações não econômicas, baseadas em confiança mútua. O desenvolvimento de tais relações seletivas, bem como o estabelecimento de canais de comunicação e códigos comuns, requer um horizonte de tempo para se consolidar. A partir de então, tais relações tendem a se autorreforçarem (LUNDVALL, 1988).

O aprendizado interativo também envolve interações com fornecedores, concorrentes, consultores, bem como com institutos tecnológicos, universidades, associações industriais e órgãos de treinamento. Muitas dessas relações não são nem formais nem mediadas pelos mercados. Também nem todas são cooperativas; o aprendizado pode se dar por imitação e, até mesmo, por fruto de conhecimento (LALL, 2005).

As diferentes contribuições acima apresentadas são organizadas por Malerba (1992), que introduz outras modalidades de aprendizado a partir de uma taxonomia. Propõe que as diferentes formas de aprendizado podem ser classificadas, de forma geral, em duas grandes categorias: o aprendizado interno e o aprendizado externo.

O aprendizado interno está ligado às funções principais da empresa - P&D,

produção, marketing e organização – e o aprendizado externo, embora não possa substituir o interno, contribui para aumentar sua velocidade ou alterar sua direção. As firmas caracterizam-se por realizar diversas combinações de aprendizado interno e externo.

Dentre os diferentes tipos de aprendizado interno, podem-se citar: o aprendizado por uso (*learning-by-using*), o aprendizado por experiência (*learning-by-doing*) e o aprendizado por pesquisa ou busca (*learning-by-searching*).

O aprendizado por uso (*learning-by-using*), como se viu, é relacionado ao uso de produtos, máquinas e insumos, ou seja, é ligado à adaptação da firma às novas tecnologias, incorporadas em bens de capital, componentes, etc. É altamente tácito e gera um aumento na eficiência produtiva da empresa, uma vez que a utilização do produto pelo usuário final possibilita práticas de operação e manutenção mais eficazes, bem como pode gerar informações aos produtores, viabilizando a introdução de melhorias incrementais no produto. O aprendizado por experiência (*learning-by-doing*) é relacionado ao processo produtivo da empresa. Ocorre no processo de manufatura, depois das atividades de P&D terem se completado. Gera um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais em processos e produtos. E, por último, o aprendizado por pesquisa (*learning-by-searching*) é ligado a atividades formais, estritamente vinculadas à criação de novos conhecimentos, como P&D, e, portanto, gera inovações incrementais e radicais.⁵

Quanto ao aprendizado externo, ele compreende, especialmente, o aprendizado por imitação (*learning-by-imitating*), o aprendizado por interação (*learning-by-interacting*) e o aprendizado por cooperação (*learning-by-cooperating*).

O aprendizado por imitação (*learning-by-imitating*) dá-se a partir da reprodução de inovações introduzidas por outra firma, de maneira autônoma e não cooperativa. Assim, a imitação pode ocorrer a partir do processo conhecido como “engenharia reversa”, no qual a empresa desmonta o equipamento a ser copiado, analisa e mede suas partes, de modo a detalhar suas especificações para a manufatura. Nesse processo, compreen-

5. A literatura neo-schumpeteriana distingue diferentes tipos de mudança tecnológica. As inovações incrementais são aquelas que melhoram bens e serviços e ocorrem mais ou menos de forma contínua nas atividades industriais e de serviço, embora a taxas distintas nas diferentes indústrias. Podem resultar de P&D, ou surgir a partir de sugestões de engenheiros ou de outros funcionários vinculados ao processo produtivo, ou ainda, de sugestões de usuários. As inovações radicais, por outro lado, são eventos descontínuos, que estabelecem uma ruptura em relação à estrutura passada dos bens e serviços. Normalmente, são resultado da pesquisa deliberada desenvolvida nas empresas, em universidades, em laboratórios do governo, etc. (CASSIOLATO, 1992; FREEMAN, 1995).

de-se apenas o que foi produzido e não por que foi produzido dessa forma.⁶

A mobilidade de mão de obra, isto é, as trocas de funcionários entre as empresas, possibilita também o vazamento de informações que facilitam a cópia. Esse aprendizado por imitação assemelha-se ao chamado *learning from inter-industry spillovers*, já que este último se relaciona à absorção de conhecimentos atinentes ao comportamento de concorrentes e de outras empresas pertencentes à indústria em questão. No que diz respeito ao aprendizado por interação (*learning-by-interacting*), é concernente às interações, para frente e para trás, com fontes do conhecimento, tais como fornecedores e usuários. O aprendizado por cooperação (*learning-by-cooperating*) ocorre, como o próprio nome já diz, por cooperação com outras empresas, com universidades, com centros de pesquisa e com outras organizações. Ainda pode ser citado como um tipo de aprendizado externo à firma o *learning from advances in science and technology*, já que é vinculado à absorção de novos desenvolvimentos em ciência e tecnologia.

A partir dessa conceituação, Malerba (1992) formula uma série de hipóteses. Para ele, tanto o *learning-by-doing* quanto o *learning-by-using* e o *learning-by-interacting* com fornecedores de equipamentos estimulam trajetórias incrementais.

O *learning-by-interacting* com fornecedores de matérias-primas, por sua vez, estimula trajetórias de mudanças técnicas incrementais relacionadas às alterações nos materiais utilizados. Já o *learning-by-interacting* com usuários estimula trajetórias de diferenciação horizontal do produto. E, por fim, o *learning-by-searching*, particularmente no que tange à P&D, estimula trajetórias de diferenciação vertical de produto em termos de qualidade e desempenho. A conclusão, segundo o autor, é que as firmas se caracterizam por percorrerem diferentes direções de mudança tecnológica (incrementais ou radicais), as quais dependerão dos seus processos de aprendizado (e da evolução deles) e do estoque de conhecimento e de capacitações acumulado ao longo do tempo (MALERBA, 1992, p. 857).

Atualmente, vários aspectos - como o custo crescente no desenvolvimento de novas tecnologias, a multidisciplinaridade dos novos conhecimentos, a natureza sistêmica e complexa de novos produtos e processos - fazem com que o aprendizado interno tenha que ser complementado e, cada vez mais, vinculado a aprendizados externos. No entanto, deve ficar claro, também, que o aprendizado interno é condição necessária para o externo, pois as empresas devem possuir capacitação própria suficiente para poder absorver, elaborar e assimilar o conhecimento obtido de fora.

6. Em sua tese, Erber (1977) faz interessante discussão sobre o problema do desenvolvimento da capacidade local de design na indústria de bens de capital em países menos desenvolvidos.

Por fim, Wibe e Narula acrescentam que, a esse processo de aprendizado, se deve somar outro, intitulado por eles de *creative forgetting*. Assim, para esses autores, os dois processos – de aprendizado e de “esquecimento” – compõem o conceito de aprendizado interativo que abrange imitação, busca, pesquisa e outras atividades que levam ao incremento do conhecimento (WIBE; NARULA, 2001, p. 3-4).

Em suma, as organizações se valem de diferentes formas de aprendizado e a partir desses processos de aprendizagem constroem suas capacidades, as quais envolvem um conjunto de habilidades e competências⁷ que dão origem às particularidades de cada empresa.

As capacidades organizacionais são assim firma-específicas e geram conhecimentos que são *path-dependent*, altamente dependentes da trajetória passada (história) da firma. Eles implicitamente definem o que uma empresa aprende e o que ela pode esperar alcançar no futuro (MALERBA, 2011).

Essa temática das capacitações das firmas é apresentada na próxima seção.

2. CAPACIDADES DAS FIRMAS

Nesta seção, apresentam-se, primeiramente e de forma cronológica, os principais autores que contribuem para a discussão sobre capacidades da firma. Num segundo momento, comenta-se um conceito em particular, o de capacidade de absorção.

Antes de seguir-se na revisão da literatura, vale um esclarecimento que está no Box 1.

Box 1: Emprego do termo “capacidades”

Na língua inglesa, há dois termos cujo sentido não é o mesmo: “capacity” e “capabilities”. O segundo é aquele empregado no referencial em inglês sobre capacidades para inovar. “Capabilities” significa habilidades/aptidões (que vão além de “capacity”), já que envolvem competências. Quando do uso desta categoria em português, usualmente emprega-se a expressão “capacidades” com o sentido de “capabilities”. Talvez uma tradução mais adequada fosse “capacitações”. No entanto, o termo geralmente adotado é “capacidades”. Em função disto, ao longo desse capítulo optou-se por utilizar “capacidades” no sentido de aptidões

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Teece, Pisano e Schuen (2002), Teece (2005) e Burlamaqui e Proença (2003).

7. Competência, usualmente, é definida de forma abrangente, como um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes. Para uma discussão a respeito, veja, por exemplo, Fleury e Fleury (2001).

2.1 Contribuições ao debate sobre capacidades das empresas

As capacidades para inovar compreendem um conjunto de habilidades, experiências e esforços que permitem às empresas adquirir, criar, adaptar e aperfeiçoar tecnologias. Portanto, as capacidades estão relacionadas aos esforços de busca, absorção e aplicação de conhecimentos e informações necessários para as firmas empreenderem mudanças técnicas.

Cabe sublinhar que a literatura trata as “capacidades das firmas” com vieses distintos. Como se verá na sequência, há aqueles autores que estão preocupados em entender as chamadas capacidades tecnológicas das firmas; outros a capacidade em inovar das empresas, em sentido largo; outros ainda em enfatizar a capacidade das firmas de se reinventarem; e aqueles preocupados em compreender a capacidade absorptiva das empresas, dado que essa vincula-se à sua capacidade inovadora.

Adiante, são então sintetizadas várias dessas contribuições.

Penrose (2006), já em 1959, interessada em explicar o processo de crescimento da firma e os limites internos e externos à sua expansão, esclarece que cada firma é única. Para a autora, a origem desse caráter único das firmas está na distinção entre recursos e serviços. Para ela, “[...] uma firma representa mais do que uma unidade administrativa; trata-se também de um conjunto de recursos produtivos cuja disposição entre diversos usos e através do tempo é determinada por decisões administrativas” (PENROSE, 2006, p. 61). Todo o recurso produtivo pode ser considerado como um feixe de serviços possíveis. Dentre os recursos, aqueles considerados intangíveis caracterizam os conhecimentos e as habilidades da empresa. Esse entendimento serve como base para o conceito de capacidades. A capacidade da firma em ajustar a sua estrutura administrativa às novas condições de produção e de comercialização configura sua capacidade empresarial (cuja habilidade de mobilização de recursos financeiros é de suma importância). A partir dessas considerações, duas contribuições relevantes emergem da obra da autora: a identificação da fonte explicativa da diversidade empresarial e o importante papel da equipe gerencial (subjetividade empresarial). O pensamento de Penrose teve importantes desdobramentos. Dentre eles, a abordagem das “capacidades dinâmicas”, que será discutida à frente.

Nelson e Winter em seu trabalho seminal de 1982, *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*, associam a capacidade da firma às suas rotinas. Rotinas essas, como já sublinhado, expressam o conhecimento/aprendizado das firmas, resultando na diversidade empresarial (ver capítulo 6). Tais rotinas, portanto, conformam padrões comportamentais das organizações e servem como memória organizacional (NELSON; WINTER, 2005). Nessa direção, Helfat (2018) complementa: as

características das rotinas e das capacitações derivam, em parte, dos caminhos pelos quais emergem e se desenvolvem. As capacitações e suas rotinas associadas geralmente surgem quando as empresas que buscam lucros tentam resolver problemas ou encontrar novas maneiras de fazer as coisas. Dessa forma, rotinas organizacionais e capacitações formam a base desse comportamento de busca de lucros, e envolvem tanto a tomada de decisões quanto a condução das operações.

Lall (1992) é outro importante autor no âmbito desta discussão sobre capacidades tecnológicas. Sua preocupação está em melhor compreender o desenvolvimento industrial em países em desenvolvimento. Para isso, examina as implicações para as estratégias industriais das capacidades tecnológicas tanto no nível das firmas quanto das nações.⁸

No micronível de análise, Lall (1992) parte da visão evolucionista da assimetria entre as firmas, ressaltando que a mudança tecnológica deve ser entendida como um processo contínuo para criar e absorver conhecimento técnico, determinado em parte por insights externos, em parte pelas habilidades acumuladas no passado. Suas diferenças no que tange aos esforços tecnológicos variam também ao levar-se em conta o tamanho das empresas, a indústria a que pertencem, etc.

Ainda para Lall (1992), no nível das firmas, há várias formas de categorizar as capacidades tecnológicas. Podem ser classificadas por função e grau de complexidade ou dificuldade. Duas são as funções: capacidades de investimento e capacidades produtivas. As primeiras englobam basicamente as habilidades de identificar, obter tecnologias e selecionar equipamentos; já as segundas envolvem as operações, o controle de qualidade e a manutenção. Ambas variam em termos de grau de complexidade, abarcando desde rotinas simples, calcadas na experiência (fruto do *learning-by-doing*), até atividades inovativas, baseadas na pesquisa (*learning-by-searching*).

Enfim, esse autor sublinha que as capacidades tecnológicas são específicas a cada firma (revelando seu caráter idiossincrásico), construídas em resposta a estímulos internos e externos às empresas, e desenvolvidas também a partir da interação com outros agentes, privados ou públicos, locais ou estrangeiros.

8. Fonseca e Figueiredo (2014) salientam que, se por um lado, há significativa quantidade de estudos sobre o processo de acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras; por outro, menor atenção tem sido dada às consequências dessa acumulação. Quando os trabalhos examinam tais consequências, sublinham os autores, geralmente enfocam o hiato entre as capacidades tecnológicas das firmas de economias em desenvolvimento vis-à-vis suas congêneres em economias avançadas, abordando o catch-up tecnológico como fruto da acumulação de capacidades. Citam como exemplo de um trabalho dessa natureza aquele desenvolvido por Bell e Figueiredo (2012). Face a essa lacuna na literatura, Fonseca e Figueiredo (2014) propõem então contribuir para reduzi-la. Para tanto, neste trabalho de 2014, procuram compreender o papel da acumulação de capacidades tecnológicas no aprimoramento da performance operacional em nível de empresa. Para tanto, baseiam-se em evidências empíricas colhidas de 1980 a 2007 junto à química Clariant no Brasil.

Já Bell e Pavitt (1993; 1995) frisam a necessidade de distinguir a capacidade de produção das capacidades tecnológicas inovadoras. Essas últimas consistem nos recursos necessários para gerar e administrar a mudança técnica; o que abrange habilidades, conhecimentos e experiências, bem como estruturas institucionais (como, por exemplo, universidades, laboratórios de pesquisa, etc.) e interações, sejam entre firmas, sejam entre essas e outros atores. Assim, o aprendizado tecnológico viabiliza a acumulação de capacidades tecnológicas que dão origem às mudanças técnicas (novos ou adaptados produtos e processos).

Também Fonseca e Figueiredo (2014) auxiliam na distinção dos dois tipos de capacidades tecnológicas: as de produção e as inovadoras. As primeiras permitem às firmas usar tecnologias e sistemas de produção existentes. Em outras palavras, compreendem os recursos necessários para realizar de forma eficiente atividades de produção de bens ou serviço. Já as capacidades tecnológicas inovadoras permitem às firmas implementar diferentes tipos e graus de atividades inovadoras. Relacionam-se, portanto, aos recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas, em termos de inovações em processos, produtos, sistemas técnico-físicos, serviços e na organização (FONSECA; FIGUEIREDO, 2014, p. 315). Dentre os mecanismos que as firmas utilizam para criar níveis sucessivos de capacidade inovadora, Bell e Figueiredo, (2012) enfatizam como chaves a intensidade do esforço de gerenciamento e o comprometimento financeiro com os processos de “aprendizado”.

Fonseca e Figueiredo (2014) reforçam a ideia de que existem tipos e níveis de capacidades tecnológicas que as firmas acumulam, os quais permitem a elas implementar atividades de produção e, principalmente, de inovação. Há, então, na proposição desses autores (2014, p. 317), uma escala de níveis de capacidades tecnológicas com base na natureza das atividades que a empresa é capaz de realizar tecnologicamente, bem como estágios de evolução dessas capacidades (dos básicos aos intermediários e avançados). Por conseguinte, encontram-se atividades tecnológicas de nível mais básico (produção), níveis intermediários a avançados de inovação, como aquelas baseadas em atividades de engenharia até as de P&D com grau de novidade mundial. Para eles, conforme a empresa acumula níveis progressivamente mais inovadores de capacidades tecnológicas, geram-se impactos positivos em termos de aprimoramento de sua performance operacional.

Em resumo, antes de tratar-se de outro conceito, o de “capacidades dinâmicas”, vale sumarizar, conforme Dutrénit et al. (2019),⁹ o conceito de capacidade tecnológica.

9. Neste trabalho, Dutrénit et al. (2019) propõem uma interessante análise sobre a necessidade de estudar-se os processos de acumulação de capacidades tecnológicas nos níveis das firmas e das nações a partir de duas esferas, uma técnico-econômica e outra sociopolítica. Para eles, a trajetória evolutiva dos países combina essas esferas de maneira diferente, resultando em diferentes perfis de desenvolvimento; o que, argumentam, tem impacto nos processos de acumulação de capacidades tecnológicas no nível da empresa, setor e país.

Definem, em síntese, capacidade tecnológica como a habilidade de fazer uso eficiente do conhecimento tecnológico para produzir, investir e inovar.

Teece, Pisano e Shuen,¹⁰ preocupados em explicar como as organizações alcançam e sustentam vantagens competitivas num ambiente de constantes mutações, propõem o conceito de “capacidades dinâmicas”¹¹ (TEECE; PISANO, 1994; TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; 2002): “*Dynamic capabilities are subset of the competences/capabilities which allow the firm to create new products and processes, and respond to changing market circumstances*”¹² (TEECE; PISANO, 1994, p. 541).

Em um trabalho mais recente, Teece (2011) auxilia no entendimento das particularidades do conceito. Para ele, recursos são ativos firma-específicos; são estoques e não fluxos; podem ser tangíveis, mas são maiormente intangíveis; e não comercializáveis. Incluem, por exemplo, “*intellectual property, process know-how, customer relationships, and the knowledge possessed by groups of especially skilled employees*”¹³ (p. 689). Já as competências são “*a particular kind of organizational resource. They result from activities that are performed repetitively, or quasi-repetitively. [...] Organizational competences [...] require collective effort*”¹⁴ (p. 690). As capacitações, por sua vez, são “*embedded in competences/resources and shaped by (organizational) values*”¹⁵ (p. 690). “*Dynamic capabilities are the skills, procedures, organizational structures, and decision rules that firm utilize to create and capture value*”¹⁶ (p. 680). Teece (2011, p. 692) complementa ainda:

10. Como comentado anteriormente, Penrose é uma importante referência para esses autores e sua abordagem. Além dela, são também referência Schumpeter e Nelson e Winter, com sua visão evolucionista da firma. Resgatam ainda elementos conceituais da Visão Baseada em Recursos, no original, Resource-Based View of the firm ou RBV (WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991; CONNER, 1991).

11. Conforme Burlamaqui e Proença (2003), a expressão “dynamic capabilities” normalmente é traduzida para “capacidades dinâmicas”. Do ponto de vista desses autores, o melhor seria empregar “capacitações dinamizantes”. Embora reconheça-se a legitimidade da proposta, como já foi dito anteriormente, utiliza-se aqui o termo comumente adotado na literatura em português.

12. “Capacidades dinâmicas são um subconjunto de competências/capacidades que permitem à empresa criar novos produtos e processos e responder a mudanças nas circunstâncias do mercado” (TEECE; PISANO, 1994, p. 541, tradução nossa).

13. “propriedade intelectual, know-how de processos, relacionamento com clientes, e conhecimento de grupos de funcionários com qualificações específicas” (TEECE, 2011, p. 689, tradução nossa).

14. “um tipo particular de recurso organizacional. Resultam de atividades que são executadas repetidamente ou quase repetitivamente. [...] Competências organizacionais [...] exigem trabalho coletivo” (TEECE, 2011, p. 690, tradução nossa).

15. “enraizado em competências/recursos e moldado por valores (organizacionais)” (TEECE, 2011, p. 690, tradução nossa).

16. “Capacidades dinâmicas compreendem habilidades, procedimentos, estruturas organizacionais e regras de decisão que a firma utiliza para criar e reter valor” (TEECE, 2011, p. 680, tradução nossa).

Dynamic capabilities require the organizational (especially its top management) to develop conjectures, validate them, and realign assets and competences for new requirements. They enable the enterprise to profitably orchestrate its resources, competences, and other assets.¹⁷

Para Helfat (2018), o conceito de “*dynamic capabilities*” reúne a visão da economia evolucionária do comportamento da empresa, sustentada por rotinas e capacidades, com ênfase nas empresas como fontes de inovação e crescimento.

Conforme seu trabalho seminal, Teece, Pisano e Shuen (1997) esclarecem que o termo “*dynamic*” remete à capacidade de adequar/renovar competências em consonância às mudanças no ambiente dos negócios; enquanto o termo “*capabilities*” salienta o papel fundamental da gestão estratégica na adaptação, integração e reconfiguração de habilidades organizacionais, recursos e competências para atender aos requisitos de um ambiente em mudança (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997). Em outras palavras, as capacidades dinâmicas compreendem habilidades para integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas face às rápidas mudanças no ambiente. Essas competências são particulares a cada firma e envolvem um conjunto específico de ativos e rotinas que precisam adaptar-se ao dinamismo do mercado. Tais capacidades não podem ser compradas, apenas construídas, e decorrem de ações intencionais da firma. Vê-se assim que há sempre uma interdependência entre o que é interno à firma e o ambiente no qual se insere; logo, a construção e renovação das estratégias das firmas devem sempre levar em conta ambos os aspectos.

Ainda para esses autores, as capacidades dinâmicas são organizadas em três categorias: processos, posições e trajetória. Os processos organizacionais envolvem as rotinas, as práticas correntes das firmas e os aprendizados. Já as posições abrangem os diferentes ativos (tecnológicos, complementares, financeiros, locais, etc.), definindo as competências centrais da firma. A trajetória compreende o histórico de decisões e as oportunidades tecnológicas e de mercado. Em síntese, as capacidades dinâmicas são enraizadas nas rotinas e nos processos da firma e condicionadas pela sua trajetória (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

Em outro trabalho, Teece, Pisano e Schuen (2002) reforçam esse entendimento que a diversidade empresarial está justamente calcada nas competências centrais de cada firma, principalmente voltadas à inovação. Nesse sentido, a capacidade

17. “As capacidades dinâmicas requerem que a organização (especialmente sua alta administração) desenvolva conjecturas, valide-as e realinhe ativos e competências diante de novas exigências. Permitem à empresa gerenciar lucrativamente seus recursos, competências e outros ativos” (TEECE, 2011, p. 692, tradução nossa).

inovativa da firma depende não só do seu conhecimento científico-tecnológico, mas também da habilidade em coordenar seus recursos dada sua estrutura organizacional particular.

Ainda sobre a abordagem das “capacidades dinâmicas”, o trabalho de Wang e Ahmed (2007) se propõe a revisá-la e a construir uma agenda de pesquisa. Partem do entendimento que tal abordagem se calca numa conceituação pouco precisa. Para uma melhor precisão do conceito, os autores identificam três fatores componentes dessas capacidades dinâmicas, os quais explicam os mecanismos das firmas de relacionar vantagens baseadas nos recursos internos com características externas de mercado. São eles: i) capacidade adaptativa - habilidade da firma em identificar e capitalizar as oportunidades de mercado; ii) capacidade absorptiva - habilidade de avaliar e utilizar conhecimentos externos a partir de conhecimentos anteriores; e iii) capacidade inovativa - habilidade da firma de desenvolver novos produtos ou mercados. Para os autores, esses conceitos são, embora distintos, correlacionados. O primeiro procura alinhar fatores organizacionais internos com fatores ambientais externos. O segundo acentua os conhecimentos externos aos acumulados internamente. Já o terceiro e último relaciona as habilidades e os recursos internos à firma aos seus mercados.

A partir dessas considerações, Wang e Ahmed (2007) constroem um modelo de pesquisa que envolve três proposições. A primeira ressalta a dinamicidade dos mercados, o que requer capacidades dinâmicas das firmas. A segunda indica que quanto maiores as capacidades dinâmicas das firmas, maior será a possibilidade de construir novas capacidades ao longo do tempo. E a terceira proposição realça a ideia de que as capacidades dinâmicas são determinantes para o desempenho da empresa a longo prazo, e são construídas a partir da sua estratégia. Melhor será o desempenho quanto mais ajustadas forem as capacidades à estratégia da firma. Isto é, capacidades dinâmicas específicas às metas da empresa devem ser desenvolvidas.

Finalmente, antes de encerrar esta seção, apresenta-se ainda o conceito de capacidade absorptiva, importante para a compreensão da capacidade de inovar da firma, já que viabiliza o aprendizado da firma ao ampliar sua base de conhecimentos.¹⁸

18. Vale novamente sublinhar o enfoque dado neste capítulo ao nível micro de análise, o que também se aplica ao conceito de capacidade absorptiva a ser explorado na sequência. Para uma análise em nível de países a partir desse conceito, sugere-se examinar o artigo de Castellacci e Natera (2016), intitulado *Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: development paths in Latin America 1970-2010*.

2.2 Capacidade de absorção

O conceito de capacidade absorptiva mencionado, foi, na realidade, cunhado por Cohen e Levinthal (1990). Esses definem capacidade absorptiva como “[...] *an ability to recognize the value of new information, assimilate it, and apply it to commercial ends*”¹⁹ (COHEN; LEVINTHAL, 1990, p. 128).²⁰ Os autores sugerem que a capacidade absorptiva é, em grande parte, uma função do nível anterior de conhecimento relacionado da empresa. Portanto, uma base cognitiva calcada em conhecimentos especializados diversos tem papel importante. Ainda para os autores, a capacidade de absorção é normalmente criada como subproduto de atividades como P&D; ou ainda desenvolvida a partir das operações de fabricação da empresa. A capacidade absorptiva organizacional depende das capacidades absorptivas dos seus membros individualmente, mas não é simplesmente um somatório dessas. Alguns desses membros têm função de destaque por serem “*gatekeepers*”. A comunicação entre os membros precisa então permitir que os conhecimentos sejam transferidos entre seus funcionários.

Sublinham ainda, em um trabalho posterior, que essa capacidade não apenas permite à firma explorar conhecimentos extramuros, mas “[...] *permits the firm to predict more accurately the nature of future technological advances and their commercial applications*”²¹ (COHEN; LEVINTHAL, 1994, p. 229). Em vista disso, aquelas firmas que mais investem na construção de sua capacidade absorptiva (tomando decisões para tanto) terão maior precisão na previsão das tendências tecnológicas, o que lhes permite criar vantagens diante de concorrentes.

Assim, a capacidade de absorção é fundamental para a capacidade inovativa da firma. Permite que as empresas obtenham informações, tornem o conhecimento externo útil, aproveitem oportunidades no mercado, conquistem posições de liderança e desenvolvam novas capacidades.

Também segundo Cohen e Levinthal (1990; 1994), uma característica crítica da capacidade de absorção é sua cumulatividade, que envolve dois componentes-chave. Primeiro, o modo como uma empresa (ou um indivíduo) aprende relacio-

19. “[...] a habilidade de reconhecer o valor de novas informações, assimilá-las, e aplicá-las com fins comerciais” (COHEN; LEVINTHAL, 1990, p. 128, tradução nossa).

20. Em artigo publicado anteriormente, Cohen e Levinthal (1989) introduzem a ideia de que a P&D tem um duplo papel: não só criar conhecimento novo, mas também permitir às firmas explorar novas tecnologias.

21. “[...] permite que a firma preveja com mais precisão a natureza dos futuros avanços tecnológicos e suas aplicações comerciais” (COHEN; LEVINTHAL, 1994, p. 229, tradução nossa).

na-se ao que aprendeu antes (conhecimento prévio). Uma empresa farmacêutica, por exemplo, requer experiência em bioquímica molecular antes de poder entender os avanços mais recentes em engenharia genética. Em segundo lugar, o desenvolvimento da capacidade de absorção é cumulativo, pois a sua construção permitirá a acumulação mais eficiente em algum período subsequente. Assim, por já ter desenvolvido algum conhecimento em alguma área, uma empresa sabe mais precisamente quais informações adicionais serão necessárias para explorar efetivamente quaisquer novos avanços que possam se materializar, e também sabe melhor onde e como encontrar essas informações. Consequentemente, a capacidade de absorção de uma organização é fruto de um processo evolutivo e contínuo de acumulação de conhecimentos.

Partindo de Cohen e Levinthal, Zahra e George (2002) pretendem dar uma nova interpretação ao conceito de capacidade de absorção. Para tanto, identificam dimensões-chave da capacidade de absorção - aquisição, assimilação, transformação e exploração - e propõem uma distinção entre capacidade absorptiva potencial e realizada da firma. As duas primeiras dimensões representam a capacidade de absorção potencial e as duas últimas compõem a capacidade de absorção realizada.

A capacidade absorptiva potencial implica identificar, obter, analisar, interpretar e compreender o conhecimento externo advindo de variadas fontes (universidades, fornecedores, clientes, etc.).²² Para isso, a firma deve criar rotinas e processos. Já a capacidade absorptiva realizada pressupõe transformar e explorar o novo conhecimento, incorporando-o nas operações da firma. Enfim, a firma precisa não só ter um corpo funcional qualificado, com capacidade técnica, que permita, além de adquirir e assimilar conhecimentos, explorá-los. Para tanto, esforços de aprendizagem anteriores devem ter sido empreendidos, particularmente em P&D, que permitam à firma acumular conhecimentos (ZAHRA; GEORGE, 2002).

Feitas essas considerações, na próxima seção, discutem-se as especificidades dos diferentes padrões setoriais, os quais devem ser levados em conta pelas firmas quando da criação das suas capacidades. Como argumentam Nelson e Winter (2005), as capacidades das firmas estão incorporadas em sua estrutura organizacional, as quais viabilizam certas estratégias, que precisam estar alinhadas às estratégias de sucesso dos diferentes mercados onde as empresas operam. Logo, capacitar-se é chave para as firmas e tais capacitações e seus processos de aprendizado são relacionados às características setoriais e tecnológicas. Portanto, a construção de capacidades competitivas deve levar em conta as especificidades dos diferentes padrões setoriais. Tais padrões são analisados na próxima seção.

22. É por isso que o conceito de capacidade absorptiva ganha destaque quando se analisam as interações das firmas com outras organizações, particularmente as relações universidade-empresa.

3. APRENDIZADOS, CAPACIDADES E AS CARACTERÍSTICAS SETORIAIS

A literatura neo-schumpeteriana enfatiza a diferença entre setores e tecnologias em termos de bases de conhecimentos e processos de aprendizado associados à inovação (MALERBA, 2011). Nesse sentido, Lall (2005) assinala que o processo de aprendizado é bastante específico à tecnologia, dado que diferentes tecnologias requerem aprendizados diversos. Isso implica em diferentes esforços das firmas dependendo dos setores em que operam. Nessa direção, Bell e Pavitt (1993) assinalam que os processos de aprendizado, por meio dos quais capacidades são acumuladas, são especializados. Sendo assim, estratégias, capacitações e desempenho da firma devem ser coerentes com o padrão de concorrência setorial do mercado onde a empresa atua.

Para a análise das características setoriais, usualmente a literatura faz agregações e cria tipologias. A taxonomia setorial proposta por Pavitt, em 1984, é considerada referência obrigatória para as pesquisas sobre dinâmica industrial com base no referencial neo-schumpeteriano. De acordo com o próprio autor, seu propósito é descrever e explicar padrões setoriais de mudança tecnológica.

Visando analisar os fatores-chave que caracterizam os diferentes setores, o autor considera três conjuntos de variáveis: as *fontes de tecnologias*, como P&D, próprio ou contratado, e as *informações advindas dos usuários*; as *necessidades dos usuários*, particularmente em relação a preços, desempenho e confiabilidade; e os *meios de apropriação de lucros* frutos da performance inovativa, como, por exemplo, patentes e segredo industrial.

Propõe então uma tipologia que classifica os setores em três grupos: dominados pelos fornecedores (*supplier dominated*); intensivos em produção (*production intensive*); e baseados em ciência (*science based*). A categoria de intensivos em produção abrange tanto os setores intensivos em escala (*scale intensive*) quanto os fornecedores especializados (*specialized suppliers*) (PAVITT, 1984). No trabalho de Bell e Pavitt (1993) tal tipologia é ampliada. Em consonância à difusão das novas tecnologias, incorpora-se a categoria de setores intensivos em informação.

Outro importante autor que contribui para essa discussão é Malerba (2003; 2005; 2011). Segundo ele, são várias as dimensões que permitem caracterizar os sistemas setoriais: conhecimento e domínio tecnológico; atores e redes; e instituições. É a primeira dimensão que mais nos interessa aqui. Cada setor pode ser caracterizado por específicas bases de conhecimento e tecnologias. Na perspectiva dos sistemas setoriais, a inovação é um processo que envolve interações sistemáticas entre uma variedade de atores para a geração e troca de conhecimentos relevantes tanto para inovar quanto para comercializar.

Considerando essas e outras referências - Pavitt (1984),²³ Bell e Pavitt (1993), Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996),²⁴ Malerba (2003; 2005; 2011), Castellacci (2008),²⁵ e Malerba e Nelson (2011) - examinam-se, adiante, os grupos setoriais levando em conta os conceitos discutidos nas seções anteriores desse capítulo.

Em setores dominados por fornecedores, como aqueles vinculados às indústrias tradicionais (confeções, calçadista, moveleiro, etc.), as inovações provêm, sobretudo, dos fornecedores de equipamentos e de materiais. Assim, empresas de segmentos tradicionais ao incorporarem novo maquinário, por exemplo, qualificam seus processos de produção. O aprendizado por experiência, justamente relacionado ao processo produtivo das empresas, é, portanto, típico desse grupo; bem como o aprendizado pelo uso. Capacitações em operações de produção são assim essenciais nesse grupo. Geram um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais, especialmente em processos, mas também em produtos.

Dentre os setores intensivos em escala estão as indústrias de montagem, como aquelas de bens duráveis e de automóveis, mas também segmentos de metalurgia. A inovação relaciona-se tanto a processos quanto a produtos. Neste grupo, a construção de capacidades de design e engenharia tem papel principal. Para tanto, as firmas destes setores valem-se tanto de processos internos de aprendizado (*learning-by-doing* e *learning-by-searching*) quanto externos (*learning-by-interaction* com fornecedores e usuários).

No caso dos fornecedores especializados - produtores de equipamentos, componentes, instrumentos e softwares -, as trajetórias tecnológicas são menos orientadas para processos. As atividades de inovação referem-se principalmente a inovações de produto que entram em muitos outros setores. As empresas tendem a operar em estreito contato com seus usuários e a incorporar um conhecimento especializado e parcialmente tácito em projeto e fabricação de equipamentos. A partir desses conhecimentos advindos das experiências dos usuários, desenvolvem capacidades para modificar e aperfeiçoar os equipamentos. Além do aprendizado externo por interação com os usuários, se valem também da interação com seus fornecedores, e do aprendizado interno pela experiência. Habilidades em design de maquinário são necessárias.

23. Para uma revisão do clássico trabalho de Pavitt (1984), leia, por exemplo, Evangelista et al. (1997), Archibugi (2001), e Bogliacino e Pianta (2010; 2016).

24. O trabalho de Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996) propõe uma tipologia calcada na realidade da indústria dos países em desenvolvimento, particularmente a brasileira.

25. Vale consultar Castellacci (2008) para um olhar mais aprofundado sobre os setores de serviços e sua relação com a indústria manufatureira. Outro autor italiano que também contribui nesta direção é Rinaldo Evangelista (2000).

O aprendizado por interação com os usuários assume uma importância fundamental nessa dinâmica. Isto porque os usuários detêm conhecimentos tácitos importantes para o aprimoramento dos equipamentos, cujas características seguem especificidades dos segmentos onde são empregados. No entanto, embora relevantes, esses conhecimentos são, em geral, pouco formalizados, limitando sua contribuição a sugestões que permitem inovações incrementais. Da mesma forma, o aprendizado por interação com fornecedores estimula trajetórias de mudanças técnicas incrementais.

Erber (1977) ratifica essa última ideia ao enfatizar que muitas das inovações radicais introduzidas na indústria de bens de capital em geral advêm das indústrias fornecedoras. Portanto, para ele, os fabricantes de bens de capital devem manter um estreito contato com tais indústrias supridoras de matéria-prima, insumos e componentes; logo, devem não só monitorar a literatura técnica, mas também estabelecer contatos pessoais, de modo que possa haver um melhor entendimento e uso das características técnicas dos novos produtos a serem empregados. Isto é, falem-se do aprendizado interativo como já assinalado.

Também o aprendizado pelo uso é importante para ampliar as capacidades tecnológicas das firmas dos setores dos fornecedores especializados. Conforme já assinalado anteriormente, para Rosenberg (1982), tal aprendizado é típico na produção de bens de capital, pois proporciona ganhos de eficiência calcados em práticas de operação e manutenção mais eficazes.

Nos setores baseados em ciência, como a farmacêutica, química e elétrico/eletrônica, o aprendizado por pesquisa (*learning-by-searching*) é imprescindível. Esse tipo de aprendizado, como se viu antes, emerge de atividades formais de P&D, gerando inovações incrementais e radicais. Dessa forma, capacitações em pesquisa e desenvolvimento e em atividades de design são indispensáveis para as empresas atuantes nesses setores. O aprendizado interativo também é crucial, dado que as firmas desses setores costumam estabelecer interações com universidades já que se baseiam em ciência básica. Interações visando complementaridade de capacitações também são chaves. Portanto, essas empresas devem possuir alta capacidade absorptiva. Enfim, firmas típicas desses setores baseados em ciência tendem a crescer e a diversificar a partir da acumulação de suas capacidades.

Em setores intensivos em informação, o aprendizado a partir da interação com fornecedores é relevante para a criação de conhecimentos e o oferecimento de sistemas complexos. No âmbito das indústrias de serviços, empresas dos segmentos financeiro e de varejo, por exemplo, se valem do aprendizado com seus fornecedores de software. Da mesma forma que a interação com usuários é também essencial.

Por fim, cabe frisar os diferentes fluxos de informações e habilidades que se estabelecem entre os setores. Há, por exemplo, importante contribuição de fir-

mas intensivas em escala para a tecnologia desenvolvida por seus fornecedores de equipamentos. Da mesma maneira que firmas químicas e eletrônicas contribuem com inovações em segmentos como têxteis, instrumentos científicos e engenharia mecânica.

Por último, merece ser mencionado que também o tamanho das firmas pode condicionar as formas pelas quais aprendem e constroem suas capacitações. Embora não seja regra, e dependa também do setor de atuação, para as pequenas firmas, o acesso ao conhecimento tecnológico se dá, especialmente, via a incorporação de máquinas e equipamentos e o treinamento aparece como atividade complementar de capacitação. Já para as grandes empresas, tanto as atividades de P&D quanto de projeto ou desenho industrial recebem, no geral, maior relevância, enfatizando a realização de atividades inovativas dentro da própria firma. Também no caso das grandes empresas, há usualmente uma maior diversificação das atividades inovativas empreendidas, pois, além das atividades de P&D, outras são também empregadas, como, por exemplo, aquisição de máquinas e equipamentos, aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologia tais como patentes, marcas, segredos industriais), dentre outras. Isso implica no emprego de diferentes formas de aprendizagem, o que oportuniza a interação com diferentes fontes de informação para inovar e, conseqüentemente, amplia as capacidades da firma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do capítulo, examinaram-se os diversos processos de aprendizagem que possibilitam ampliar a base de conhecimento dos agentes econômicos e, por conseguinte, ampliar as capacidades das firmas. Como se viu, são vários os caminhos para o aprendizado, e as firmas, enquanto organizações que aprendem, inscrevem esse aprendizado em rotinas. Como fruto desses processos, as capacidades de inovação tecnológica e de absorção são construídas. Tais capacitações são atributos-chave na construção de vantagens competitivas

As organizações ao se valerem de diferentes formas de aprendizado constroem suas capacidades. Sendo assim, o aprendizado tecnológico viabiliza a acumulação de capacidades tecnológicas que dão origem às mudanças técnicas (novos ou adaptados produtos e processos). Essas capacidades envolvem um conjunto de habilidades e competências que engendram as particularidades de cada empresa. As capacidades organizacionais são firma-específicas e geram conhecimentos que são *path-dependent*.

Além disso, como ressaltado, as inovações são fruto das capacidades das em-

presas criadas a partir das suas estratégias que devem ser coerentes aos padrões tecnológicos e de mercado nos ramos de atividades em que atuam. Isto é, os processos de aprendizado da firma e suas capacidades geradas devem adequar-se às especificidades dos diferentes padrões setoriais.

Ademais, também o contexto externo às firmas é condição importante para um ambiente favorável ao aprendizado. Nesse sentido, tanto o sistema educacional quanto o de financiamento, bem como a infraestrutura de ciência e tecnologia são importantes na criação desse ambiente. Logo, ações de política pública têm importante papel na sua construção e consolidação.

Assim, para encerrar, vale frisar que o Estado deve ter um papel ativo no processo de construção e acumulação de capacidades tecnológicas tanto gerando incentivos para a criação de capacidades no nível da firma, quanto apoiando a constituição de um sistema inovativo com infraestrutura de CT&I adequada (ver capítulo 20). Nesta direção, as ações devem fomentar os investimentos na ampliação de conhecimentos e habilidades dos recursos humanos permitindo às firmas criar vantagens competitivas, assim como desenvolver um quadro institucional apropriado que gere mecanismos de estímulo à inovação.

8

Cooperação para a inovação

Jorge Nogueira de Paiva Britto

INTRODUÇÃO

As empresas raramente inovam sozinhas. À medida que as firmas se tornam cada vez mais especializadas, focalizando suas competências e se articulando com outros agentes para ter acesso a conhecimentos e know-how complementar, elas crescentemente utilizam interações com uma maior variedade de atores. A sofisticação dos vínculos cooperativos tem sido discutida como reflexo da montagem de arranjos interorganizacionais que permitem aos agentes econômicos responder eficazmente aos desafios impostos pela gradual complexidade do ambiente econômico. A consolidação de uma economia progressivamente “baseada no conhecimento” é um fator que reforça a importância do aprofundamento de laços cooperativos como forma de intercâmbio de informações e de integração de competências. A maior intensidade das relações cooperativas tem sido também correlacionada à complementaridade entre competências produtivas, tecnológicas e organizacionais, num contexto em que se destacam importantes mudanças na logística de estruturação dos sistemas produtivos, viabilizadas em função de estímulos competitivos e do advento de novas tecnologias.

Em decorrência do processo de globalização e da difusão do paradigma da digitalização, observa-se o fortalecimento do método de colaboração e de cooperação entre firmas. Com isso, a montagem de redes cooperativas vem assumindo crescente importância na viabilização de sistemas inovativos. Novos produtos têm sido desenvolvidos a partir da integração de diferentes tecnologias, as quais estão cada vez mais baseadas em diversas disciplinas científicas. Mesmo grandes empresas têm dificuldade em dominar a variedade de domínios científicos e tecnológicos necessários à viabilização de inovações, o que explica a expansão de acordos colaborativos e o aumento de redes cooperativas voltadas ao desen-

volvimento de novos produtos, processos e serviços. A integração funcional e a montagem dessas redes fornecem vantagens importantes às empresas na busca de rapidez no processo inovativo. A flexibilidade, a interdisciplinaridade e a fertilização cruzada de ideias tornam-se sucessivamente importantes para o sucesso competitivo das empresas. Observa-se também uma intensificação da colaboração com centros produtores do conhecimento, na medida em que, em múltiplos setores da economia, o processo inovativo passa de maneira gradual a se apoiar em avanços relevantes no campo científico.

Os processos cooperativos para fins de inovação constituem um elemento crítico na conformação institucional de Sistemas Nacionais de Inovação, envolvendo diferentes arranjos interorganizacionais que compreendem mecanismos efetivos de interação entre os agentes. No âmbito desses sistemas, a interação entre organizações constitui um aspecto-chave não apenas no estudo dos processos de inovação em geral, mas também na maneira como esses processos são realizados pelas empresas e por outros agentes. Em particular, as interações baseadas na cooperação podem se mostrar eficazes para viabilizar processos inovativos, pois permitem efeitos sinérgicos resultantes da troca de informações e do fortalecimento de vínculos entre agentes, que ocorrem em diferentes níveis, a saber: 1) no nível individual, pois como o conhecimento tecnológico é um conhecimento essencialmente tácito, torna-se essencial criar equipes de trabalho baseadas na cooperação como meio de aprender e disseminar o conhecimento tecnológico relevante; 2) no nível das empresas, na medida em que a cooperação entre empresas permite a geração de economias de escala e a busca de conhecimentos complementares, inclusive por meio de relacionamentos mais próximos entre universidades e centros públicos de pesquisa; 3) no nível regional, nacional ou supranacional, dado que indivíduos e empresas operam em diferentes escalas geográficas, nas quais ações coletivamente orientadas à inovação podem ser coordenadas por meio da cooperação.

Apesar da importância do fenômeno da cooperação para a inovação, a literatura sobre o tema revela a existência de uma ampla gama de abordagens para se referir às relações cooperativas entre organizações e, portanto, uma grande diversidade no que diz respeito às características relevantes para a caracterização do fenômeno. Essa grande variedade de interpretações reflete o fato das relações entre organizações serem objeto de estudo e análise de pesquisadores pertencentes a diferentes disciplinas (economia industrial, economia da inovação, teoria das organizações, economia das empresas, gestão estratégica, etc.) e, embora cada uma dessas perspectivas auxilie a entender essas relações, elas geralmente fazem suposições diferentes sobre a natureza delas. De uma maneira geral, no entanto, é possível delimitar o conteúdo das relações cooperativas entre organizações em termos de quatro aspectos principais (ARRANZ; ARROYABE, 2009):

1) A orientação ou predisposição das organizações para atuar em conjunto, o que geralmente envolve a possibilidade de aproveitar ou compartilhar um ativo (gerando economias de escala, por exemplo) ou aproveitar complementaridades de competências;

2) Algum grau de dependência mútua, decorrente do fato de diferentes organizações trabalharem em conjunto para atingir determinado fim;

3) A existência de um vínculo ou link que, de alguma forma, constitui uma medida da conexão (embora não especificada) entre as partes que interagem. Estes vínculos apresentam uma série de características que Aldrich (1979) sistematiza a partir de quatro dimensões: formalização, intensidade, reciprocidade e padronização;

4) Os investimentos feitos pelas partes, que geralmente assumem um compromisso com a continuidade da relação e que normalmente se materializam na mobilização de pessoas, recursos e tempo.

A partir de uma caracterização mais geral das relações interorganizacionais, é possível focalizar aquelas relações especificamente orientadas para a realização de projetos tecnológicos de natureza inovativa. O desenvolvimento tecnológico e a troca de conhecimentos subjacente entre as partes envolve custos e benefícios que variam em função das características intrínsecas ao objeto da transferência e em função de um amplo conjunto de fatores exógenos ou ambientais que condicionam o processo de transferência. No que diz respeito às características da tecnologia, deve-se destacar que (ARRANZ; ARROYABE, 2009):

1) A tecnologia é conhecimento e não informação e, portanto, sua reprodução e aquisição não são fáceis nem gratuitas. Sua natureza cumulativa é reforçada mediante o aprendizado e a experiência, o que lhe confere uma grande especificidade;

2) Seu caráter local e específico – em parte decorrente da priorização e seleção de certos cursos de desenvolvimento tecnológico – resulta que às vezes são geradas diferenças muito acentuadas entre os setores, reforçando simultaneamente a especificidade da sua localização;

3) A presença de um alto nível de incerteza ao longo de todo o processo de desenvolvimento tecnológico, tanto nos estágios preliminares – seja em termos dos resultados que serão obtidos como em relação aos períodos em que estes serão alcançados –, quanto na etapa final que incorpora a resposta do mercado, por meio da seleção dos resultados do desenvolvimento tecnológico.

Tomando as transformações do ambiente como referência, e considerando as especificidades gerais do processo de cooperação tecnológica, o capítulo se organiza da seguinte forma: a primeira seção apresenta uma breve fundamentação teórica da importância das relações cooperativas para o processo de inovação tecnológica. Com base nesses argumentos, a segunda seção procura sistematizar possíveis benefícios e riscos associados àquelas relações e apontar evidências acerca de possíveis impactos destas sobre a intensidade das atividades inovativas; e a terceira seção procura identi-

ficar problemas inerentes à avaliação empírica de práticas comparativas, ressaltando possíveis desdobramentos desses problemas nos instrumentos de coleta e na análise de informações sobre o fenômeno. Em especial, discute-se diversas dimensões relacionadas à avaliação das práticas cooperativas apontadas no Manual de Oslo e as maneiras como elas têm sido incorporadas em pesquisas estruturadas sobre atividades inovativas ao nível das empresas (*Innovation Surveys*).

1. COOPERAÇÃO PARA INOVAÇÃO: UMA BREVE FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A análise de práticas cooperativas na literatura econômica intensifica-se a partir do trabalho seminal de Richardson (1972), no qual é ressaltada a multiplicidade das formas de cooperação entre empresas como alternativas factíveis para a coordenação das atividades econômicas. Nesse caso, a cooperação é concebida como uma maneira de coordenação de atividades distinta das demais formas usualmente mencionadas na literatura: a firma (baseada num modo de controle hierárquico) e o mercado (no limite, um método de coordenação externo às firmas). A análise desenvolvida por Richardson utiliza como categorias centrais os princípios de “similaridade” e “complementaridade” entre atividades realizadas pelos agentes. Na visão de Richardson, ganhos podem ser auferidos quando diversas atividades similares são realizadas no interior de uma mesma firma. Neste caso, as mesmas capacitações técnicas podem ser empregadas de maneira mais eficaz, resultando em economias de escala, vantagens de especialização e aprendizado. Por outro lado, a coordenação de atividades dissimilares, mas complementares, pode ser realizada por meio do mercado ou da cooperação. Em termos concretos, a cooperação estaria relacionada a situações nas quais duas ou mais organizações independentes concordam em “casar” (*match*) seus planos antecipadamente (RICHARDSON, 1972, p. 30).

A partir dessa proposição geral, diversas outras contribuições teóricas podem ser destacadas na construção de um quadro analítico de referência capaz de ser utilizado na investigação do fenômeno da cooperação. Uma importante linha teórica que discute aspectos relevantes do processo de cooperação é a de tradição neoinstitucionalista, agrupada, *grosso modo*, sobre a argumentação da Teoria dos Custos de Transação. Nesta perspectiva, assume-se que a intensidade e a especificidade das transações realizadas entre determinados agentes podem atuar como estímulos à consolidação de práticas cooperativas. Essa linha de argumentação costuma associar o fenômeno da cooperação à montagem de estruturas “híbridas” de governança (WILLIAMSON, 1985; 1991; BLOIS, 1990). Essas estruturas permitem obter, em função do conteúdo das transações envolvidas, uma coorde-

nação mais eficaz das atividades econômicas, o que resultaria em maior nível de eficiência organizacional e produtiva.

Dado que a cooperação envolve o estabelecimento de uma relação contratual entre agentes, a fim de desempenharem determinadas funções, para que ela seja estabelecida deve haver um incentivo, e isso existirá, desde que os agentes, ao cooperarem, obtenham benefícios – pecuniários e/ou não pecuniários – maiores do que eles alcançariam individualmente. Os efeitos sinérgicos surgem, portanto, quando o retorno total da cooperação em conjunto é superior à soma do retorno de cada um dos participantes considerados individualmente. As dificuldades de apropriação – no caso da mera transferência de tecnologia – ou a necessidade de cooperação – no caso do desenvolvimento tecnológico conjunto – indicam que as relações entre organizações envolvidas em processos inovativos costumam ser muito próximas e frequentes, algo que pode resultar em impactos sobre os custos de transação, aspecto que tende a ser reforçado em função do impacto da globalização. Desse modo, podemos definir a cooperação tecnológica como um acordo entre dois ou mais agentes independentes que, ao unirem ou compartilharem conhecimentos, habilidades e/ou recursos, desenvolvem e executam um processo tecnológico com potencial impacto em termos de benefícios econômicos. O tipo de acordo resultante dependerá das contingências do ambiente, das características da tecnologia a ser gerada ou transferida e das qualidades, comportamentos e interesses dos agentes envolvidos, os quais se refletirão em diferentes arranjos contratuais (GULATI, 1998).

Na terminologia de Imai e Itami (1984), as formas contratuais da cooperação entre organizações constituem estruturas intermediárias entre a empresa e o mercado. As formas mais próximas ao mercado se materializam em contratos muito simples enquanto, em contraste, as opções mais próximas à empresa envolvem acordos mais complexos. A cooperação, como forma de inter-relação entre agentes econômicos, leva, por um lado, ao cumprimento do objetivo de buscar atingir de forma eficaz determinado resultado e, por outro, ajuda a reduzir custos de transação. A cooperação também possibilita atingir o limiar crítico necessário para a realização de projetos de larga escala, facilitando a obtenção de recursos de entidades públicas (BRANSTETTER; SAKAKIBARA, 2002; AULICH, 2003), permitindo a introdução de novas tecnologias com maior probabilidade de sucesso (BALACHANDRA; FRIAR, 1997), favorecendo a difusão de uma nova tecnologia mais rapidamente e facilitando o acesso a novas capacidades por parte dos demais participantes no acordo de cooperação.

A perspectiva neoinstitucionalista também incorpora à análise uma discussão sobre os padrões comportamentais que orientam as condutas dos agentes na busca da minimização dos custos de transação. Argumenta, nesse sentido, que

a montagem de estruturas de governança baseadas na consolidação de arranjos cooperativos requer uma adequação dos princípios comportamentais que regem a conduta dos agentes. Ao contrário do “oportunismo” que norteia as ações da firma isolada, quando esta se encontra inserida em um arranjo deste tipo, práticas baseadas na confiança mútua e na reciprocidade das ações tendem a se disseminar (OUCHI, 1980).

Neste sentido, é usual também a diferenciação entre pelo menos dois tipos de relacionamentos cooperativos: o formal e o informal. A cooperação informal envolve arranjos adaptáveis nos quais normas comportamentais, em vez de obrigações contratuais, determinam as contribuições das partes. Mecanismos de cooperação informal se assemelham à estrutura de “clã” enfatizada por Ouchi (1980), na qual culturas e sistemas informais influenciam o comportamento dos membros. Axelrod (1984) discute as condições sob as quais essa cooperação surge espontaneamente; essas condições incluem a percepção das partes de que elas permanecerão em contato por um longo tempo, acreditando que é vantajoso cooperar e reconhecendo que devem retribuir os benefícios recebidos, conformando um tipo de cooperação que Astley (1984) caracteriza como voluntarista e orgânico. No entanto, a cooperação também pode ser caracterizada por obrigações contratuais e estruturas formais de controle. Neste sentido, Ouchi (1980) descreveu a hierarquia formal, ou regras e regulamentos, como a alternativa ao controle socializado. Eventualmente, estes tipos formais de cooperação podem evoluir ao longo do tempo para tipos informais nos quais não são mais necessárias regras e regulamentos. O tipo de cooperação também pode variar de acordo com o modo como as partes se conectam, contemplando tanto organizações verticalmente vinculadas como agentes vinculados horizontalmente, incluindo concorrentes em uma mesma atividade. A cooperação envolvendo links verticais será diferente daquela envolvendo links horizontais, principalmente em termos de interdependência. Em geral, o nível de interdependência das partes geralmente será mais claro e mais direto nos links verticais do que nos links horizontais.

A cooperação interindustrial associa-se, portanto, à superação do oportunismo como código de conduta que orienta os comportamentos individuais e à consolidação de um ambiente baseado na “confiança mútua” (*trust*) entre os agentes (WILLIAMSON, 1993). A disseminação de princípios de confiança mútua nos inter-relacionamentos cooperativos pode ser explicada em função dos seguintes elementos: (i) minimização da “incerteza comportamental” associada a posturas oportunistas; (ii) eliminação dos custos associados à montagem de arranjos contratuais que incorporem mecanismos defensivos de monitoração das condutas; (iii) otimização da “divisão do trabalho” na realização de esforços conjuntos, adequando-se às escalas de produção e evitando-se a duplicação de esforços.

Por outro lado, o caráter “híbrido” dos arranjos cooperativos em relação a outras formas estilizadas de coordenação (a firma integrada e o mercado) implica que estes arranjos podem ser associados a uma determinada estrutura de autoridade e a um certo grau de hierarquização de relacionamentos. Em outros termos, não obstante a prevalência de práticas cooperativas, existe um processo subjacente de concorrência e barganha entre os membros desses arranjos pela apropriação dos resultados econômicos gerados por esse tipo de articulação sistemática.

Outra linha de argumentação - formulada a partir de um referencial teórico “evolucionário” e/ou de uma concepção da firma “baseada nas competências” - associa o fenômeno da cooperação à aglutinação e à criação de competências ao longo do tempo, por meio de processos interativos de aprendizado institucionalmente condicionados. Nesta perspectiva, as habilidades genéricas controladas por cada organização resultam na consolidação de um “núcleo de competências” (*core competencies*) que define opções estratégicas mais factíveis para os agentes, delimitando também as oportunidades possíveis de serem exploradas no processo de crescimento empresarial (PRAHALAD; HAMEL, 1990; RUMELT, 1991; DOZ, 1996). Dentre os aspectos ressaltados neste tipo de abordagem, é possível destacar: a importância atribuída ao controle de determinados recursos que delimitam as possibilidades de crescimento das firmas (PENROSE, 1962); a importância atribuída à exploração de economias de escala e de escopo no processo de crescimento (CHANDLER, 1990); a consolidação de processos de aprendizado (COHEN; LEVINTHAL, 1989) e de “*path dependencies*” (DOSI, 1988) internas às firmas, que afetam seus respectivos níveis de capacitação; a consolidação de determinadas “rotinas organizacionais” (NELSON; WINTER, 1982), que orientam e dão coerência à conduta empresarial. No caso específico do esforço inovativo, essas regras se expressam em determinadas rotinas de “busca” de inovações, envolvendo, dentre outros aspectos, o gasto de uma determinada fração do faturamento em P&D, estratégias de prospecção tecnológica, formas de aquisição, absorção e atualização de tecnologias, atividades de engenharia reversa, etc.

Algumas análises enfatizam a importância de as firmas terem acesso a ativos complementares para explorar adequadamente suas competências (TEECE, 1986; 1992), o que estimularia a consolidação de relacionamentos cooperativos com outros agentes, particularmente a partir da montagem de “alianças estratégicas” - arranjos cooperativos geralmente de caráter pré-competitivo -, que permitem aos agentes explorar oportunidades tecnológicas e/ou mercadológicas promissoras (HAGEDORN; SCHAKENRAAD, 1994; FREEMAN, 1991). Outros aspectos igualmente importantes para a consolidação de práticas cooperativas são discutidos pela literatura de tradição evolucionária. Em particular, ressaltam-se a importância dessas práticas em situações nas quais o “regime de apropria-

bilidade” dos resultados das inovações é imperfeito. Como hipótese, assume-se que, em situações em que o inovador não está convenientemente protegido contra a imitação, a cooperação ameniza a incerteza e promove uma racionalização dos esforços em P&D, permitindo que agentes especializados em diferentes áreas interajam entre si. Além disso, a montagem de arranjos cooperativos estaria associada ao reforço da flexibilidade no processo de mobilização de recursos produtivos (FORAY, 1991). Argumenta-se, nesse sentido, que a intensificação de práticas cooperativas possibilita conciliar a apropriação de “quase-rendas” com requerimentos de “flexibilidade” na mobilização de recursos.

Na visão evolucionária, os ganhos potencialmente associados à intensificação de práticas cooperativas estão particularmente associados ao aprofundamento do “aprendizado interativo” entre os agentes (LUNDVAL, 1988). A discussão desse fenômeno parte da suposição de que, como as capacitações tecnológicas e organizacionais dificilmente podem ser codificadas de maneira clara e objetiva, a transmissão de conhecimentos nelas baseados costuma ser problemática. Nessas circunstâncias, a viabilização do processo inovativo, muitas vezes, requer uma interação direta e sistemática entre agentes transmissores e receptores de informações, por meio da qual suas capacitações podem ser calibradas, adaptadas e incrementadas mutuamente. Assim, ao mesmo tempo em que a cooperação constitui um instrumento eficaz de processamento de informações, ela estabelece uma alternativa importante para viabilizar a aglutinação de competências complementares e o aprendizado (BIDAULT, 1993). É possível ressaltar também a dimensão intertemporal do processo de cooperação, que lhe confere um caráter nitidamente “*path dependency*”. Ao longo do tempo, a continuidade da cooperação facilita a comunicação entre os agentes, permitindo simultaneamente a integração das competências dos agentes, a consolidação de princípios de “confiança mútua” e a maior sincronização das ações e estratégias. Por fim, é possível destacar a importância da cooperação como instrumento que permite um melhor enfrentamento da turbulência ambiental e facilita a identificação e a exploração de novas oportunidades tecnológicas.

Dentre as análises de tradição evolucionária, é possível destacar, no tocante à identificação de estímulos ao fortalecimento de práticas cooperativas, a abordagem proposta por Cohen e Levinthal (1989), que ressaltam a articulação existente entre os esforços inovativos da firma consubstanciados em gastos de P&D e o ambiente externo no qual ela está inserida. Na análise de Cohen e Levinthal, o incremento da performance inovativa dos agentes é associado à ampliação do estoque de conhecimentos retidos pelas firmas, estando positivamente correlacionado à expansão dos lucros empresariais. A ampliação do estoque de conhecimentos é definida como uma função dos investimentos em P&D da firma e

de “fontes externas” de conhecimentos. Cohen e Levinthal argumentam que a importância dos gastos em P&D realizados por uma firma particular refere-se não apenas ao reforço da sua “capacidade de absorção” de conhecimentos externos, mas também à possibilidade de ela identificar oportunidades tecnológicas capazes de aumentar sua eficiência e lucratividade.

Considerando as proposições de Cohen e Levinthal (1989) como referência, é possível tecer alguns comentários sobre impactos da consolidação de relacionamentos cooperativos em termos do aumento da eficácia do esforço tecnológico dos agentes. Basicamente, esses relacionamentos redefinem a dicotomia entre fontes “internas” e “externas” de conhecimentos, dando origem a uma instância intermediária de interação entre agentes que possibilita uma “formatação” desses conhecimentos em função das exigências do processo competitivo, por meio da integração de competências complementares. Nesse sentido, cinco impactos podem ser mencionados. Em primeiro lugar, o estabelecimento de laços cooperativos entre firmas aumenta a capacidade de absorção de cada uma delas para um mesmo montante de P&D despendido internamente, na medida em que favorece a compatibilização dos padrões cognitivos e dos procedimentos de busca adotados pelos diferentes agentes. Em segundo lugar, o efeito “vazamento” (*spill over*) associado às fontes externas de conhecimento tende a ser reforçado, na medida em que existam canais sistemáticos de interligação com o meio externo. Em terceiro lugar, o intercâmbio sistemático de informações entre agentes favorece uma maior coordenação das estratégias tecnológicas implementadas. Em consequência, os conhecimentos gerados tendem a estar mais bem calibrados em relação às necessidades das firmas inseridas no arranjo cooperativo, o que favorece o processo de absorção. Em quarto lugar, o acesso a conhecimentos externos à indústria, a partir dos quais são vislumbradas novas oportunidades tecnológicas, é facilitado, na medida em que, por meio de vínculos cooperativos com outros agentes, é possível ter acesso a um maior número de “fontes” de novas oportunidades. Finalmente, em quinto lugar, a montagem de arranjos cooperativos amplia os pontos de entrada e o impacto positivo de novos conhecimentos em termos da performance tecnológica dos processos produtivos.

2. COOPERAÇÃO PARA INOVAÇÃO: BENEFÍCIOS, RISCOS E IMPACTOS

Os benefícios e riscos associados à cooperação interorganizacional são discutidos por diversas teorias (BARRINGER; HARRISON, 2000). Essas abordagens, em geral, fornecem argumentos para a caracterização de uma associação positiva entre cooperação interorganizacional e inovação. A abordagem dos custos de transação argumenta que a cooperação entre organizações é possível se for

capaz de criar uma estrutura de governança eficiente em relação aos atributos das transações (WILLIAMSON, 1991; ZAJAC; OLSEN, 1993). A visão baseada em recursos argumenta que as organizações podem obter recursos valiosos por meio da cooperação interorganizacional (PETERAF, 1993; BARNEY, 2001). As teorias das redes sociais (BRASS *et al.*, 2004; CAMMARANO *et al.*, 2016) enfatizam que o acesso a esses recursos depende da conformação e das formas de operação das redes de organizações envolvidas e a teoria do aprendizado organizacional argumenta que o compartilhamento de informações pode aumentar competências por meio de mecanismos específicos de aprendizagem interorganizacional (MOWERY; OXLEY; SILVERMAN, 1996).

A partir das contribuições de diferentes perspectivas, é possível sistematizar as principais razões pelas quais existiria uma associação positiva entre cooperação interorganizacional e inovação. O primeiro argumento refere-se aos recursos que as organizações precisam mobilizar e integrar para serem inovadoras. As organizações que combinam esses recursos de maneiras únicas podem ser mais inovadoras do que outras organizações e, se as organizações não possuem esses recursos, podem acessá-los por meio de laços externos (NOOTEBOOM, 1994; SCHERMERHORN, 1975), investindo em relações com outras organizações que seriam capazes de gerar rendas relacionais (DYER e SINGH, 1998). Como reflexo de relações sistemáticas de cooperação, esses recursos podem ser incorporados em rotinas e processos interorganizacionais. Desse modo, a cooperação interorganizacional constitui uma maneira de acessar ativos complementares (TEECE; PISANO; SCHUEN, 1997) ou acessar esses recursos de uma maneira mais econômica (HAGEDOORN, 2002), possibilitando o acesso a recursos diversos e distantes em relação à estrutura cooperativa direta (COLOMBO *et al.*, 2011; LAURSEN; SALTER, 2006).

Em segundo lugar, a cooperação interorganizacional constitui um meio que permite repartir os riscos de inovar entre as organizações, aspecto relevante em função do alto nível de incerteza usualmente associado aos resultados dos processos de inovação (KOSTER; LAMBOOIJ, 2018). A cooperação interorganizacional pode reduzir esses riscos para participantes individuais, compartilhando os custos envolvidos, reduzindo o tempo de inovação e aumentando a possibilidade de sucesso, possibilitando também que as organizações possam perseguir, ao mesmo tempo, vários projetos de inovação (VEUGELERS, 1997; BELDERBOS; DUYSTERS; SABIDUSI 2012). Além disso, a cooperação pode ser estrategicamente motivada, quando o resultado do processo de inovação não for claro por um longo período, limitando as consequências do eventual insucesso para os parceiros envolvidos (HAGEDOORN, 2002). Finalmente, a cooperação entre organizações pode levar à transferência de conhecimento, estimulando a geração de novas ideias

e contribuindo para o aprendizado interativo (AHUJA, 2000; TSAI, 2009), permitindo gerar e integrar conhecimentos complexos de natureza multidisciplinar. Em particular, as organizações envolvidas na inovação dependem cada vez mais não apenas da transferência de conhecimento, mas de um aprendizado interativo para criar e aperfeiçoar o conhecimento coletivamente (LUNDVALL, 2010).

É possível também tecer alguns comentários sobre a relação que se estabelece entre a intensificação de práticas cooperativas e o reforço da competitividade dos agentes envolvidos. Segundo Beije (1991) existem quatro motivos básicos que levam as empresas a se engajarem em práticas cooperativas com outros agentes: (a) redução da incerteza; (b) controle sobre mercados potencialmente promissores; (c) redução e racionalização dos dispêndios em P&D; (d) geração de lucros que não poderiam ser obtidos de forma independente. Camagni (1991), por sua vez, identifica diferentes ganhos que podem ser obtidos em decorrência de práticas cooperativas, tais como: (i) sinergias e economias de escala nas atividades de produção, marketing e P&D; (ii) economias de escopo e o reforço da diferenciação de produto; (iii) ganhos de fertilização cruzada entre as competências dos agentes, acompanhados pelo desenvolvimento de complementaridades tecnológicas; (iv) fortalecimento da capacidade para reagir mais prontamente a choques externos; (v) consolidação de diversos tipos específicos de barreiras à entrada (associadas a padrões proprietários, por exemplo); (vi) controle mais estreito sobre ativos e competências necessários à viabilização do processo de inovação.

Diferentes investigações têm também abordado os motivos para a cooperação em termos de P&D e inovação a partir de diferentes perspectivas, de forma bastante extensa, fragmentada e heterogênea (ARCHIBUGI; IAMMARINO, 2002; TETHER, 2002). Visando sistematizar essas perspectivas, Hagedoorn (1993) elaborou uma categorização que contempla desde o estímulo à cooperação em atividades de invenção até a introdução de novos produtos no mercado (inovação), identificando as principais motivações para a prevalência dessas práticas. Essa sistematização foi posteriormente refinada e complementada por Edwards-Schachter *et al.* (2012), de modo a identificar cinco motivações principais, apresentadas no Quadro 1, as quais poderiam ser identificadas em diferentes estudos empíricos. No entanto, uma vez que os motivos para o estabelecimento de práticas de cooperação em P&D e inovação podem ser muito diferentes, as distintas categorias devem ser consideradas como complementares e não como substitutas.

Quadro 1 – Categorização dos motivos das empresas para a cooperação em P&D e inovação (Adaptado de Taxonomia de Hagedoorn, 1993)

Descrição	Autores
1 - Acesso a novos conhecimentos e processos conjuntos de desenvolvimento tecnológico	
<p>Necessidade, até mesmo de empresas diversificadas, envolverem-se em relacionamentos cooperativos com outros agentes, a fim de enfrentar desafios tecnológicos, atingir escala e de responder rapidamente no mercado, apesar da incerteza tecnológica. Este motivo está relacionado com processos de inovação, tendo a cooperação o objetivo de reduzir o período da introdução da inovação no mercado, encurtando o período entre invenção e introdução no mercado e também diminuindo saltos tecnológicos. Esta categoria de motivos inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acesso a novas tecnologias complexas ou especializadas; • Complementaridades para introduzir novos produtos no mercado; • Desenvolvimento de novos produtos para a empresa e/ou para o mercado; • Mudanças na direção de novas tecnologias promissoras para a empresa; • Geração, internalização de spillovers de conhecimento entre as empresas e as instituições públicas. 	<p>Hladik (1985); D'Aspremon-tand Jacquemin (1988); Link e Bauer (1989); De Bondt e Veugelers (1989); Kogut e Zander (1992); Teece (1992); Hagedoorn (1993); Häusler et al. (1994); Wang (1994); Hagedoorn e Narula (1996); Katz e Martin (1997); Tidd (1997); Robertson e Gatignon (1998); Bayona et al. (2001); Cassiman e Veugelers (2002); Kaiser (2002); Hagedoorn (2002).</p>
2 - Acesso a novos mercados	
<p>Principal argumento vinculado a ligações comerciais, tais como acesso ao mercado, exploração de novas oportunidades de mercado, monitoramento de mudanças tecnológicas e oportunidades de internacionalização, entrada de novos produtos para o mercado externo, expansão e melhoria da gama de produtos, moldando o ambiente competitivo em que os parceiros operam, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acesso a novo mercado e/ou viabilização de uma entrada mais rápida no mercado; • Acesso a recursos; • Inovação na comercialização. 	<p>Hladik (1988); Link e Bauer (1989); Dodgson (1992a; 1992b); Sakakibara (1997); Katz e Martin (1997); Hagedoorn (2002); Miotti e Sachwald (2003); Dachs et al. (2004).</p>
3 - Compartilhamento e redução de riscos e custos	
<p>Redução, minimização e partilha da incerteza associada às atividades de P&D. O risco da inovação está no fato de o resultado esperado não ser obtido, não surgindo com velocidade adequada, ou exigindo mais recursos financeiros ou tecnológicos do que os originariamente esperados. Este motivo inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partilha de riscos tecnológicos associados ao desenvolvimento de novas tecnologias e aos processos de aprendizagem; • Racionalização do produto e redução de custos por meio de economias de escala, evitando riscos de fusão de grande escala; • Gestão adequada para internalização de spillovers; • Aumento de investimentos efetivos em P&D, reduzindo a duplicação excessiva de esforços nas empresas. 	<p>Porter e Fuller (1986); Hladik (1988); Kogut (1988); Pisano (1990); Dodgson (1991); Dodgson (1992a); Teece (1992); Pisano (1990); Hagedoorn (1993); Das e Teng (1996); Cassiman e Veugelers (2002); Tsang (1998); Bayona et al. (2001).</p>

4 - Busca de complementaridades em P&D e assistência técnica (complementaridade de capacidades)

Empresas precisam acessar recursos externos complementares, a fim de serem capazes de explorar melhor seus próprios recursos mantidos internamente, incluindo:

- Busca de complementaridades tecnológicas em função do aumento da complexidade e da natureza intersetorial das novas tecnologias;
- Realização de pesquisa básica e aplicada em conjunto, reforçando complementaridades, transferência de tecnologias e sinergias tecnológicas;
- Acesso à tecnologia complementar, resolução de problemas tecnológicos, realização de tarefas conjuntas de P&D e de assistência técnica.

Penrose (1959); Wernerfelt (1984); Teece (1986); Kogut (1988); Barney (1991); Teece (1992); Mowery et al. (1998); Hagedoorn et al. (2000); Tsang (2000); Cantner e Meder (2006); Quintana e Benavides (2010).

5 - Melhoria de competências tecnológicas e de inovação (aprendizagem)

Possibilidade de adquirir e internalizar as habilidades e competências dos parceiros, a fim de criar ou reforçar as competências na empresa. Relaciona-se com a busca da melhoria da produtividade por meio da "captura" de know-how e de conhecimento tácito. Empresas que buscam a inovação por meio de produção flexível e de produtos padronizados, obtendo produtos de alta qualidade, reduzindo seus custos e direcionando as oportunidades tecnológicas do mercado, incluindo:

- Aprendizagem e extração das habilidades de uma fonte externa;
- Captura e absorção de know-how e conhecimento tácito;
- Melhora da cadeia de distribuição e logística.¹

Porter e Fuller (1986); Hladik (1988); Hamel (1991); Dodgson (1992a); Hagedoorn (1993); Rothwell (1994); Steensma (1996); Sakakibara (1997); Tsang (2000).

Fonte: Edwards-Schachter et al. (2012, p. 8).

No entanto, apesar do seu potencial para geração de benefícios e impactos positivos para a geração de inovações, a cooperação interorganizacional também está sujeita a percalços descritos pela literatura, podendo resultar no fracasso em termos do desenvolvimento de estruturas de governança eficazes, gerando dificuldades para o acesso aos recursos dos parceiros, originando redes sociais que podem criar obstáculos à inovação (GULATI, 2007) ou gerando relacionamentos nos quais o aprendizado interorganizacional é entravado pela limitada capacidade de absorção das organizações (LANE; LUBATKIN, 1998; ZAHRA; GEORGE, 2002; GERKE *et al.*, 2017). Neste sentido, as diferentes perspectivas teóricas que tratam do tema também apontam a existência de diferentes riscos para a cooperação interorganizacional.

Em particular, é possível argumentar que a cooperação com outras organizações envolve riscos que podem prejudicar a inovação. Em primeiro lugar, a cooperação pode resultar em alguma perda de controle, pois cria interdependência entre as organizações, limitando a flexibilidade dos parceiros que colaboram. A cooperação interorganizacional também implica em compartilhar o controle

sobre a parceria, o que pode ser difícil quando os parceiros diferem em tamanho e na medida em que investem de forma assimétrica na parceria (GNYAWALI; PARK, 2009). Os parceiros menores podem experimentar uma perda de controle, principalmente se organizações com maior porte forem capazes de direcionar a cooperação em uma direção menos desejada pelos parceiros menores (SULEJ; STEWART; KEOGH, 2001). Além disso, para parceiros de menor porte, a capacidade de se envolver em várias parcerias, a fim de aliviar esse risco, é limitada.

Em segundo lugar, a cooperação interorganizacional envolve riscos decorrentes de eventuais comportamentos oportunistas de seus parceiros (VAN HAVERBEEKE; DUYSTERS; NOORDERHAVEN, 2002). Especialmente ao cooperar com concorrentes maiores, as organizações correm o risco de perder seu conhecimento proprietário, resultando em questões legais (GNYAWALI; PARK, 2009). Por outro lado, para diminuir o risco de oportunismo, os parceiros costumam recorrer às redes existentes para obter informações que diminuam esse risco (GULATI, 1998). Desse modo, a seleção de parceiros não costuma ser meramente baseada nos recursos que podem ser acessados, mas também baseada em confiança e credibilidade incorporados às relações para evitar vazamentos tecnológicos e comportamentos oportunistas (GULATI, 2007). Tais efeitos negativos dependem principalmente de como as organizações estruturam sua estrutura de relacionamentos em redes cooperativas. Se eles se concentrarem nas díades, e não na rede de relacionamentos mais ampla, é mais provável que oportunismo e conflitos sejam um problema (DAVIS, 2016). Por fim, os ganhos com a cooperação podem ser limitados devido a dificuldades na transferência de conhecimento. A transferência de conhecimento pode ser limitada devido a diferenças na forma como os parceiros estruturam, utilizam e transmitem conhecimentos, mas também em função do tipo de conhecimento que está sendo transferido, pois, quanto mais tácito é esse conhecimento, mais difícil é a transferência entre organizações (LAM, 1997). Além disso, os parceiros podem ter dificuldades para reconhecer e valorizar novas informações, assimilá-las e aplicá-las a fins comerciais, o que indica que sua capacidade de absorção é baixa (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

Outra questão relevante refere-se à aferição efetiva dos impactos da cooperação sobre o desempenho inovativo dos agentes envolvidos. A partir do levantamento realizado por Pouwels e Koster (2017), constata-se que as pesquisas que investigam a relação entre cooperação e inovação estão longe de ser conclusivas (BECHEIKH; LANDRY; AMARA, 2006; CROSSAN; APAYDIN, 2010; FAGERBERG; FOSAASA; SAPPRASERTA, 2012; LAZONICK, 2013; HYNES; ELWELL, 2016). Embora alguns estudos encontrem uma associação positiva entre cooperação e inovação (AHUJA, 2000; FAEMS; VAN LOOY; DEBACKERE, 2005; MORRIS; KOCAK; ÖZER, 2007; GNYAWALI; PARK, 2009; TSAI, 2009; NIETO;

SANTAMARÍA, 2010; RITALA; HURMELINNA-LAUKKANEN, 2013; TOMLINSON; FAI, 2013; ANTOLIN-LOPEZ *et al.*, 2015), outros estudos mostram que essa relação é negativa ou inexistente (LÖÖF; HESHMATI, 2002; FREEL, 2003; BELDERBOS; CARREE; LOKSHIN, 2004). Esses resultados mistos refletem diferenças em relação ao contexto desses estudos e ao tipo de inovação que é investigado. No que diz respeito às características contextuais, existem várias razões pelas quais elas podem afetar os resultados (PAVITT, 1984; DOSI, 1988; COHEN e LEVIN, 1989). Em especial, a capacidade cooperar e inovar das organizações varia entre os setores, por exemplo, porque os investimentos em P&D diferem entre os setores (MALERBA, 2005). Além disso, as estruturas de mercado e a dinâmica industrial variam entre os setores (MILLER; FRIESEN, 1983; NELSON; WINTER, 1982), o que também pode afetar a relação entre cooperação interorganizacional e inovação (ALEXIEV; VOLBERDA; VAN DEN BOSCH, 2016). Neste sentido, Keupp, Palmié e Gassmann (2012) ressaltam que muitos estudos sobre a relação entre inovação e cooperação cujos resultados pretendem ser generalizáveis, na verdade se concentram em setores de alta tecnologia, o que gera distorções na análise. Além disso, argumenta-se que tais estudos também deveriam considerar informações sobre as organizações envolvidas e sobre o contexto político e institucional (FREEMAN, 1995).

Quanto ao tipo de inovação, Pittaway *et al.* (2004) apontam que a maioria dos estudos que investigam a relação entre cooperação interorganizacional e inovação se concentram na inovação de produtos. Neste sentido, há indícios de que outros tipos de inovação, como a inovação de processo e a inovação organizacional e de marketing além da inovação em serviços, são pouco estudados no campo da cooperação interorganizacional, conforme apontam Crossan e Apaydin (2010). A relação entre cooperação interorganizacional e inovação assume um caráter em certa medida paradoxal, pois embora os ganhos de cooperação pareçam óbvios (por exemplo, por meio do acesso a novas informações a partir de vínculos com outras organizações), esses ganhos nem sempre são alcançados (DOOLEY; KENNY; CRONIN, 2015).

3. PROBLEMAS E DIMENSÕES NA ANÁLISE DA COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA E ORIENTAÇÕES PARA A PESQUISA EMPÍRICA

Uma dificuldade para analisar o fenômeno da cooperação deriva das inúmeras definições que o termo assume em diferentes perspectivas de análise. A maioria das definições de cooperação concentra-se no processo pelo qual indivíduos, grupos e organizações se reúnem, interagem e formam relacionamentos visando a geração de ganhos ou benefícios mútuos. Em uma concepção mais dinâmica, o

termo pode também ser referenciado à disposição dos agentes para continuar em relacionamentos cooperativos, por meio de mecanismos socialmente orientados para a ação coletiva, que são continuamente moldados e reestruturados por ações e interpretações simbólicas das partes envolvidas (RING; VAN DE VEN, 1994).

Os aspectos mencionados apontam na direção de algumas questões relevantes que deveriam ser contempladas na realização de investigações empíricas sobre o processo de cooperação. Uma questão de natureza mais geral refere-se à possibilidade de evoluir-se de uma análise essencialmente baseada em estudos de caso - eventualmente ampliados para recortes setoriais - na direção de *surveys* amplos sobre o fenômeno, baseados em formas de avaliação suficientemente abrangentes, aplicáveis a diferentes atividades. Nesse sentido, uma questão fundamental envolve a necessidade de integrar a coleta de informações qualitativas - baseada na “percepção” dos agentes sobre a importância daquele fenômeno - e quantitativas - baseadas em indicadores específicos que reflitam a intensidade da cooperação entre eles. Isso se aplica, em especial, à identificação de indicadores dos “resultados” obtidos a partir da implementação de práticas cooperativas. Além disso, outras questões relevantes podem ser mencionadas, tais como: (i) quais os requisitos básicos (em termos dos níveis de capacitação e da intensidade dos esforços) por parte dos agentes para que a cooperação prospere e como é possível mensurá-los?; (ii) como incorporar à análise categorias que deem conta da diversidade institucional e contratual dos arranjos cooperativos?; (iii) quais os fatores a serem considerados para mapear as expectativas de ganhos a serem obtidos a partir de práticas cooperativas?; (iv) como captar os fatores ambientais que estimulam ou criam obstáculos à cooperação?

Na discussão das formas de avaliação da cooperação para a inovação, é possível considerar as contribuições do estudo *Measuring Innovation: a New Perspective*, elaborado pela OECD (2010), que busca sistematizar avanços e desafios em relação a uma agenda de medição para a inovação. No tocante especificamente à temática da colaboração, a análise da OECD argumenta que as empresas que colaboram para a inovação, em geral, gastam mais em inovação do que aquelas que não o fazem. Isso sugere que é provável que a colaboração seja realizada para estender o escopo de um projeto ou complementar as competências das empresas mais do que para economizar em custos. O estudo também aponta que, na maioria dos países, a colaboração com parceiros estrangeiros é tão importante quanto a cooperação doméstica. Nesse sentido, políticas que estimulem a colaboração e iniciativas associada à estruturação de redes tendem a ter um impacto positivo sobre todo o espectro de empresas inovadoras.

O estudo da OECD (2010) também aponta que, cada vez mais, as inovações são alcançadas mediante a convergência de campos tecnológicos e científicos. A inte-

ração entre diferentes campos técnico-científicos também pode levar a novas áreas de pesquisa. Por exemplo, a pesquisa em nanociência surgiu da interação da física e da química e tem caráter interdisciplinar. A nanociência também se articula crescentemente às ciências da vida, direta e indiretamente, conforme identificado por indicadores de cocitação. As interações entre nanociência e ciências da vida, por sua vez, tendem a consolidar o terreno para uma nova área, por exemplo, bionanociência ou a nanomedicina.

Os fluxos de conhecimento em pesquisas de ponta se estruturam e são transmitidos por meio da troca de informações entre pesquisadores, com reflexos diretos na citação de trabalhos científicos e em patentes. A análise de citações em diferentes tipos de documentos que desempenham um papel central nas áreas de pesquisa – sejam documentos científicos ou a descrição de tecnologias na forma de patentes – tornam possível examinar as áreas de pesquisa e as relações entre elas. Áreas de pesquisa com maior relevância são caracterizadas por um alto nível da atividade de citação. Além disso, observa-se que, em uma economia cada vez mais baseada no conhecimento e na inovação, o desenvolvimento de redes e a estruturação de mercados para troca de conhecimentos pode ter um impacto significativo na eficiência e na eficácia do esforço de inovação. As ligações que conformam estas redes e os respectivos mercados, bem como a difusão do conhecimento associado são difíceis de mensurar e nesse sentido, a análise de citações constitui uma maneira para capturar os vínculos entre ciência e indústria.

Como evidência do aumento da colaboração no campo científico, observa-se que a produção de conhecimentos está mudando – de indivíduos para grupos, de instituições únicas para múltiplas instituições e do plano estritamente nacional para a colaboração internacional. Como reflexo, os pesquisadores trabalham cada vez mais em rede para além das fronteiras nacionais, disciplinares e organizacionais. A progressiva especialização das disciplinas científicas e a crescente complexidade da pesquisa incentivam os cientistas a se envolverem em pesquisas colaborativas. Enquanto a coautoria de artigos científicos fornece uma medida direta de colaboração na ciência, nos planos nacional e internacional, os artigos mais citados fornecem uma medida da qualidade ou relevância da produção científica.

Ao mesmo tempo constata-se que a pesquisa pública também constitui uma parte importante dos sistemas de inovação e uma fonte de importantes avanços científicos e tecnológicos, o que aponta para a relevância das ligações efetivas entre instituições públicas de pesquisa e o setor produtivo para otimizar os benefícios da pesquisa e acelerar processos de inovação. Os agentes diretamente envolvidos em processo inovativos (empresas e organizações sem fins lucrativos) podem recorrer ao conjunto de pesquisas públicas disponíveis por meio de

diferentes canais, um dos quais é a comercialização via patenteamento e licenciamento. Apesar da maioria dos pedidos de patentes ser usualmente registrada pelo setor privado, as organizações públicas de pesquisa (PROs) geralmente apresentam uma atuação direcionada para campos tecnológicos especializados, como no caso da biotecnologia ou em campos de pesquisas relacionados a tecnologias verdes (por exemplo, energia renovável e carros híbridos e elétricos). Os vínculos entre organizações públicas de pesquisa e o setor produtivo também ocorrem por meio de spin-offs, projetos conjuntos de pesquisa, treinamento, consultorias e trabalhos contratados, bem como por intermédio da mobilidade de pessoal entre os locais de trabalho e da cooperação informal entre os pesquisadores. A análise de citações (e em particular, a análise da literatura não relacionada a patentes citada em patentes) constitui uma maneira de avaliar os vínculos entre ciência e indústria. Como exemplo, é possível constatar que no caso de inovações “verdes” (refletidas patentes), boa parte dos conhecimentos relevantes se baseiam principalmente em ciência dos materiais, química e engenharia. No entanto, em comparação com os Estados Unidos, as inovações verdes patenteadas pelos inventores japoneses têm mais probabilidade de se basear na produção científica em química e física, enquanto na Alemanha elas têm maior probabilidade de estarem ligadas aos campos de engenharia e energia.

O detalhamento dos fluxos de conhecimentos associados à intensificação de práticas cooperativas direcionados à inovação constitui um aspecto crítico na proposta metodológica de mensuração de atividades inovativas do Manual de Oslo (2018). De acordo com o Manual de Oslo, o interesse analítico nos fluxos de conhecimento decorre da constatação da relevância dos mecanismos por meio dos quais o conhecimento relevante para a inovação é gerado, distribuído e usado por vários atores de um sistema de inovação, como empresas, universidades, instituições públicas de pesquisa, clientes e usuários de inovações e indivíduos. Assume-se que as empresas podem adquirir conhecimentos relevantes tanto a partir de seus limites organizacionais, bem como a partir do ambiente externo, inclusive de seus principais clientes, fornecedores, investidores, de especialistas conhecidos e de outros agentes e grupos que constituem potenciais fontes de conhecimento.

Observa-se, nesse sentido, que os fatores que sustentam os fluxos de conhecimento e a formação de redes inovativas se transformam em função do impacto de novas tecnologias e dos possíveis desdobramentos sobre modelos de negócios. As tecnologias digitais de informação e comunicação, por exemplo, tendem a reduzir substancialmente o custo de copiar, armazenar e distribuir dados e informações, permitindo também a estruturação de múltiplas formas pecuniárias e não pecuniárias para a obtenção e exploração do conhecimento, em função

do surgimento de novos métodos e plataformas para obtenção de informações, conhecimentos e outros insumos para a inovação de diversas fontes. Ao mesmo tempo, os direitos de propriedade intelectual (PI) são progressivamente utilizados para criar mercados de fluxos de conhecimento, garantindo que os criadores de conhecimento possam se apropriar dos benefícios de investimentos realizados no seu desenvolvimento.

A medição dos fluxos de conhecimento entre empresas e outros atores do sistema de inovação pode contribuir para a melhor compreensão de sua importância relativa na divisão do trabalho subjacente às atividades de inovação, permitindo captar especificidades das redes de conhecimento por setor e possibilitando avaliar como essas redes evoluem ao longo do tempo, como o conhecimento flui na direção dos resultados da inovação e os métodos que as empresas utilizam para gerenciar estes fluxos.

A complexidade dos fluxos de conhecimento cria desafios práticos para a medição de atividades inovativas. As empresas tendem a estabelecer vínculos baseados no conhecimento com vários atores em diferentes locais e em diferentes fases do processo de inovação e difusão, resultando numa grande variedade de acordos para troca de conhecimento. Além disso, alterações nos limites das empresas por meio de fusões, aquisições e alienações podem afetar a estrutura dos fluxos de conhecimento internos e externos.

Algumas das limitações das informações coletadas diretamente das empresas sobre fluxos de conhecimento podem ser complementadas a partir de informações extraídas de outras fontes, como dados sobre a coinvenção ou a propriedade conjunta de ativos intelectuais e copublicações. Informações sobre transações de mercado entre compradores e vendedores também podem ser usados para mapear alguns tipos de interações baseadas no conhecimento. Neste sentido, um foco particular da proposta metodológica do Manual de Oslo (2018) refere-se especificamente à medição dos fluxos de conhecimentos internos (dentro de uma empresa e com empresas afiliadas vinculadas por meio de relações de propriedade) e dos fluxos de conhecimento externos com outras empresas ou organizações. De acordo com a sistematização proposta pelo Manual de Oslo (2018), a busca de maior eficiência das atividades de inovação das empresas pode ser associada às características dos fluxos de entrada (*inbound*) e saída (*outbound*) de conhecimentos, refletindo aspectos amplamente reconhecidos pela literatura (KLINE; ROSENBERG, 1986; TEECE, 1986). Neste sentido, perguntas sobre características dos fluxos de entrada e saída de conhecimentos foram incluídas desde a primeira Pesquisa de Inovação da Comunidade Europeia (CEI) em 1992/1993.

Na proposta metodológica de mensuração de atividades inovativas do Manual de Oslo, argumenta-se que tanto as empresas não inovadoras como as inovado-

ras tendem a monitorar regularmente seu ambiente em busca de conhecimento potencialmente útil para a inovação, ao mesmo tempo que também podem fornecer conhecimentos relevantes para inovação a outras empresas. Neste sentido, seria recomendável coletar dados sobre essas atividades, se possível articulando informações sobre fluxos de conhecimento para diferentes tipos de atividades inovativas, a saber: 1) atividades de P&D; 2) atividades de engenharia, design e outras atividades de trabalho criativo; 3) atividades de marketing e de gestão de marcas vinculadas à inovação; 4) atividades relacionadas à propriedade intelectual; 5) atividades de treinamento; 6) atividades de desenvolvimento de software e banco de dados; 7) atividades relacionadas à aquisição ou arrendamento de ativos tangíveis; 8) atividades gerais de gestão da inovação. Os dados sobre fluxos de conhecimento externo devem também, idealmente, incluir atividades vinculadas à prestação de serviços de design, treinamento ou P&D que forneçam à empresa novos conhecimentos para uso no desenvolvimento de inovações.

Na avaliação dos fluxos de conhecimentos, o Manual de Oslo, incorpora como referencial relevante o conceito de “inovação aberta” (CHESBROUGH, 2006), que aponta para a natureza dispersa da produção e uso de conhecimentos entre agentes e para a importância dos agentes inovadores acessarem conhecimentos relevantes por meio de redes e mercados especializados (ARORA; FOSFURI; GAMBARDELLA, 2001). A noção de “inovação aberta” constitui um conceito abrangente que se refere a múltiplas formas que podem assumir os fluxos de conhecimentos que transpassam as fronteiras estritas das empresas envolvidas ativamente com a inovação. Em particular, a perspectiva de inovação aberta distingue os fluxos de entrada e saída de conhecimentos. Os fluxos de entrada referem-se a conhecimentos recebidos (internalizados) quando uma empresa adquire e absorve o conhecimento gerado externamente em suas atividades de inovação, o que pode ocorrer de múltiplas formas. Os fluxos de saída de conhecimentos se relacionam a trocas de conhecimentos com outros agentes externos, que ocorre quando uma empresa intencionalmente permite que outras empresas ou organizações usem, combinem ou desenvolvam ainda mais seus conhecimentos ou ideias para incrementar suas próprias atividades de inovação. Um exemplo é quando uma empresa licencia uma determinada tecnologia, patente ou protótipo para outra empresa. As empresas que combinam fluxos de entrada e saída de conhecimento podem ser descritas como “ambidestras” (COSH; ZHANG, 2011), as quais se envolvem em processos acoplados ou conjuntos que podem implicar a busca de novas fontes de conhecimento e a recombinação de conhecimento de dentro e de fora da empresa. A colaboração para fins de inovação é um exemplo de processo acoplado por meio do qual os parceiros participam de fluxos de entrada e saída de conhecimento. Ao mesmo tempo, informações sobre

fluxos de entrada e saída de conhecimentos podem ser utilizadas para identificar a posição das empresas em redes de inovação.

Constata-se que as atividades de “inovação aberta” raramente são eficazmente mensuradas, principalmente no campo das estatísticas oficiais. As estratégias associadas a fluxos de saída de conhecimento são usadas por empresas que obtêm uma receita relevante vendendo ou licenciando seus conhecimentos ou invenções para outras empresas, assim como por empresas de serviços de conhecimento, que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou prestam serviços relacionados, a partir da contratação por terceiros. Uma empresa também pode adotar uma estratégia de saída de conhecimentos por meio da qual ela concede a outras empresas ou clientes o direito de usar suas inovações sem nenhum custo. Eventualmente, isso pode beneficiar a empresa se sua inovação for usada em um padrão ou sistema que aumente o seu mercado ou se a adoção de suas inovações por terceiros for capaz de criar mercados que podem ser usados para vender outros produtos ou serviços.

Dentro do processo de gerenciamento de fluxos de conhecimento subjacentes à realização de atividades inovativas, os conceitos de cooperação, colaboração e coinovação, embora sejam frequentemente usados de forma intercambiável, assumem, na perspectiva metodológica do Manual de Oslo, significados particulares. De uma forma geral, a cooperação ocorre quando dois ou mais participantes concordam em assumir a responsabilidade por uma tarefa ou série de tarefas e as informações são compartilhadas entre as partes para facilitar o acordo. Uma empresa ativa em inovação coopera com outra empresa se adquire conhecimentos ou recursos da outra empresa, a partir de alguma especificação de suas necessidades. A colaboração compreende atividades coordenadas entre as diferentes partes para resolver um problema definido em conjunto, com a participação de todos os parceiros. A colaboração requer a definição explícita de objetivos comuns e pode incluir um acordo sobre a distribuição de recursos, riscos e benefícios potenciais. A colaboração pode criar novos conhecimentos, mas não precisa necessariamente resultar em inovação. Cada parceiro envolvido em um contrato de colaboração pode usar o conhecimento resultante para diferentes propósitos. Já a noção de coinovação aproxima-se do conceito de “inovação aberta acoplada”, ocorrendo quando a colaboração entre dois ou mais parceiros resulta em uma inovação até então inexistente (CHESBROUGH; BOGERS, 2014).

Face ao desafio decorrente da necessidade de contemplar, em algum grau, os aspectos mencionados, as pesquisas estruturadas sobre inovação (*Innovation Surveys*) baseadas nos princípios metodológicos do Manual de Oslo costumam operar com cautela no tratamento do fenômeno da cooperação, optando pela obtenção de um “mix” de informações quantitativas e qualitativas relativas à in-

tensidade daquelas práticas e pela identificação de resultados objetivos gerados por elas, em termos da introdução de inovações no mercado, os quais deveriam, na medida do possível, ser confrontados com as expectativas dos agentes envolvidos. Em síntese, essas análises costumam optar por uma linha de investigação que contempla quatro dimensões básicas.

A primeira envolve um esforço de **caracterização geral das relações cooperativas** da empresa. Como ponto de partida, o Manual de Oslo recomenda que sejam coletados dados sobre os tipos de parceiros envolvidos em práticas de colaboração ou co-inovação, usando como base um esquema geral que desagrega empresas comerciais não afiliadas em fornecedores, clientes, etc., e pergunta sobre a localização dos parceiros da colaboração. Nesse sentido, as análises costumam optar por uma quantificação do número de relacionamentos que determinada firma estabelece com outros agentes visando à cooperação tecnológica, bem como pela caracterização dos múltiplos agentes envolvidos em práticas cooperativas (clientes, concorrentes, fornecedores, universidades, institutos de pesquisa, empresas de consultoria, etc.), incluindo muitas vezes a preocupação em identificar a localização espacial desses agentes. Além disso, é comum que esta caracterização geral inclua algum tipo de avaliação subjetiva, por parte da firma investigada, sobre a importância e a intensidade da cooperação tecnológica com os diversos grupos de agentes. É comum também algum tipo de avaliação sobre a participação de relações cooperativas no total de relacionamentos que dizem respeito ao processo de inovação.

A segunda dimensão diz respeito a um esforço de melhor **caracterização institucional do processo de cooperação tecnológica**. Neste sentido, estas análises procuram identificar as diferentes atividades envolvidas em práticas de cooperação tecnológica (troca de informações; realização de ensaios e testes; projetos de desenvolvimento de produtos e processos; capacitação de recursos humanos; identificação de oportunidades; aperfeiçoamento de design; melhoria da qualidade; etc.). É também comum a identificação das razões que levaram ao engajamento das empresas nessas práticas: repartição de custos e riscos; viabilização de P&D; acesso a competências críticas; desenvolvimento de protótipos; *scale-up* de processos; acesso a novos mercados; requalificação de competências; etc.). Adicionalmente, também se procura identificar a inserção organizacional das atividades relacionadas à cooperação tecnológica, considerando a firma em questão e seus principais parceiros. Ainda no que se refere a esta dimensão, é comum a identificação dos principais campos do conhecimento nos quais se encontram especializados os agentes envolvidos em práticas cooperativas. Em função do tipo de preocupação que orienta a investigação e do grau de detalhamento das práticas cooperativas, é possível que as análises incluam alguma tentativa de

identificação da duração e do grau de formalização contratual dos relacionamentos cooperativos, assim como algum tipo de avaliação subjetiva sobre o grau de reciprocidade e confiança mútua presente nos principais relacionamentos cooperativos. Além disso, seria importante coletar dados separados sobre inovação e colaboração. Como a colaboração pode produzir conhecimentos ou resultados intermediários que não são usados em uma inovação, as perguntas sobre colaboração são relevantes para todas as empresas ativas em inovação durante o período de observação. Uma pergunta adicional contemplaria identificar ou avaliar qual tipo de parceiro de colaboração forneceu a contribuição mais valiosa para as atividades de inovação da empresa durante o período de observação.

A terceira dimensão - que pode ou não ser contemplada em função do grau de abrangência da análise - envolve a identificação dos **mecanismos de operação dos relacionamentos cooperativos**. Neste caso, é importante um foco nos diversos “projetos” cooperativos implementados em determinado período investigado. Este tipo de análise geralmente envolve a identificação prévia do número de projetos iniciados e terminados nos últimos anos, ressaltando a participação daqueles que envolvem arranjos cooperativos. A partir daí, é possível avaliar o grau de similaridade dos projetos cooperativos realizados nos últimos anos, em termos dos diferentes campos do conhecimento, bem como identificar o padrão de organização das tarefas entre os diferentes agentes envolvidos nesses projetos. Adicionalmente, é possível avaliar também o tipo de informação transmitida e a frequência desse intercâmbio em projetos cooperativos. Finalmente, é possível que se procure identificar os instrumentos de transferência de tecnologias e capacitações mobilizados no âmbito de projetos cooperativos.

Finalmente, a quarta dimensão importante se refere à avaliação dos **resultados da cooperação tecnológica**. Neste caso, um aspecto fundamental refere-se à identificação da participação de atividades que envolvem cooperação tecnológica em relação ao resultado geral das atividades inovativas da firma. É comum que se procure comparar, de algum modo, a taxa de sucesso dos projetos que envolvem cooperação tecnológica com a taxa de sucesso dos demais projetos. Ainda nessa dimensão, inclui-se a tentativa de identificar os diversos *outputs* do processo de cooperação tecnológica: patentes conjuntas; *papers*; melhorias de produto e processo; protótipos; etc. Finalmente, costuma-se procurar identificar os principais fatores ambientais que atuam como estímulo ou obstáculo à intensificação da cooperação tecnológica (a partir de listagem geral de fatores), assim como os principais resultados - em termos da geração de vantagens competitivas sustentáveis - da cooperação tecnológica “percebidos” pelos agentes.

A partir das dimensões descritas, é possível destacar as principais questões relativas à cooperação para a inovação contempladas nas orientações metodoló-

gicas do Manual de Oslo, que incluem:

- 1) a mensuração da contribuição dos fluxos de conhecimentos absorvidos (entradas) para a inovação por local;
- 2) a identificação e avaliação da importância dos principais parceiros em termos da colaboração para inovação por local ;
- 3) a identificação das principais fontes de ideias e informações para inovação, mas excluindo detalhes sobre o volume de recursos mobilizados;
- 4) a identificação das principais barreiras às interações para intercâmbio do conhecimento;
- 5) a eventual mensuração dos fluxos de saída de conhecimentos;
- 6) a caracterização dos canais para interações baseadas em fluxos de conhecimento entre empresas, instituições de ensino e pesquisa e instituições públicas de pesquisa;
- 7) a relevância dos direitos de propriedade intelectual na gestão dos fluxos de conhecimento associados a interações cooperativas;
- 8) a mensuração de resultados indesejados e não intencionais das interações de fluxos de conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo procurou discutir as relações cooperativas voltadas para a inovação, as principais linhas a partir das quais têm avançado a investigação sobre os impactos das articulações cooperativas como fator importante para a dinamização de processos inovativos. Cinco linhas principais de avanço do programa de pesquisa podem ser identificadas nessa direção.

Uma primeira linha compreende a realização de pesquisas estruturadas com foco específico nos agentes potencialmente envolvidos com articulações cooperativas, com destaque para empresas, instituições de pesquisa e outros agentes. Neste caso, trata-se de identificar áreas tecnológicas e/ou campos de conhecimento envolvidos, objetivos/motivações, dificuldades, resultados e impactos dos relacionamentos. A partir da coleta de informações primárias junto a esses agentes, o caminho natural envolveria sistematização e tratamento estatístico de forma a caracterizar fluxos de conhecimento e padrões de relacionamento, explorando a linha de investigação aberta pelo trabalho de Klevorick *et al.* (1995), conforme desenvolvido por Suzigan, Albuquerque e Cario (2011) e Albuquerque *et al.* (2015).

Uma segunda linha de investigação envolve as características das diversas formas de “alianças” entre agentes envolvidos em relacionamentos cooperativos, nas linhas dos trabalhos de Hagedoorn (1993) e Edwards-Schachter *et al.*

(2012). O que se procura, nesse caso, é identificar padrões de cooperação em função das características dos agentes, de elementos do ambiente e das motivações que norteiam o estabelecimento daquelas articulações. Neste caso, um caminho natural envolve algum tipo de esforço para modelar esses elementos por meio de técnicas econométricas, como os modelos Probit e Logit. Na mesma linha analítica, destacam-se investigações que recorrem a informações obtidas por meio de *Innovation Surveys* e procuram correlacionar alguma variável que capte a intensidade da cooperação a elementos relacionados às características dos agentes (tamanho, setor de atuação, etc.), aos esforços inovativos empreendidos, às fontes de informação mobilizadas, aos tipos de parceiros envolvidos e aos regimes de apropriabilidade das inovações envolvidas (BELDERBOS *et al.*, 2005; TETHER, 2002; CASSIMAN; VEUGELERS, 2006). As correlações entre esses elementos também costumam ser discutidas em algum tipo de modelagem econométrica, na linha desenvolvida por Kupfer e Avellar (2009).

Uma terceira linha envolve especificamente a utilização de informações sobre possíveis “resultados” de articulações cooperativas, com destaque para geração de patentes e/ou produção bibliográfica. Algumas dessas análises têm como foco a geração de patentes conjuntas como medida do resultado da cooperação cujo valor poderia ser avaliado por meio de indicadores específicos (HAGEDOORN; KRANENBURG; OSBORN, 2003; LETEN *et al.*, 2013). Outras análises têm como foco a citação de outros agentes (firmas, universidades, instituições de pesquisa, etc.) em documentos de patentes, o que refletiria a presença de fluxos de informação/conhecimento entre esses agentes (JAFFE; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993; JAFFE; TRAJTENBERG, 2002). No caso brasileiro, o desenvolvimento dessa linha analítica é bastante recente, podendo ser encontrado nos trabalhos de Ribeiro *et al.* (2014) e Ribeiro *et al.* (2016).

Uma quarta linha de investigação procura caracterizar as relações cooperativas a partir da perspectiva dos “sistemas de redes”, cujo foco recai na utilização do referencial de análise das redes sociais entre diferentes organizações (METCALFE, 2006; SCOTT, 2007; GRANOVETTER, 2005). Discute-se em que medida essas relações viabilizam a transmissão e o intercâmbio de informações (AHUJA, 2000; COWAN; JONARD; ZIMMERMANN, 2004; TOMAEL; ALCARA; DI CHIARA, 2005; ALEE, 2008). Nesta perspectiva, destacam-se os reflexos da posição na rede para o comportamento, a performance e a inovação nas organizações (AHUJA, 2000; BETTS; STOUDE, 2004; BEIJE; GROENEWEGEN, 2005), as quais seriam afetadas por suas posições e estratégias em relação à rede. Uma sistematização de instrumentos e abordagens que utilizam esse tipo de referencial pode ser encontrada nas coletâneas organizadas por Pyka e Scharnhorst (2009) e Malerba e Vonortas (2009). Particular importância é atribuída a redes de coo-

peração tecnológica envolvendo organizações independentes e complementares que, em conjunto, buscam desenvolver, aperfeiçoar e integrar conhecimentos e tecnologias para viabilizar a geração de inovações em produtos ou em processos. Assim, a partir de medidas de caracterização da “topologia” dessas redes e das ligações que as conformam, procura-se discutir aspectos como tamanho, densidade, centralização-centralidade e resiliência dessas estruturas (BORGATTI; EVERETT, 1997; BORGATTI; FREEMAN, 2002; BORGATTI *et al.*, 2009; BORGATTI; HALGIN, 2011), o que teria reflexos na circulação de informações e na integração de competências.

Por fim, uma quinta linha de abordagem procura discutir o processo de cooperação do ponto de vista de seu enraizamento (*embeddedness*) territorial, abordando a relação entre proximidade territorial, cooperação e inovação, a partir de um marco analítico que procura articular intensidade e especificidade dos processos de aprendizado e inovação com elementos que emergem das especificidades territoriais (MAILLAT; CREVOISIER; LECOQ, 1994) (ver Capítulo 11 neste livro). Assume-se, nessa perspectiva, que a concentração geográfica e setorial de empresas, além de gerar externalidades produtivas e tecnológicas indutoras de um maior nível de eficiência e competitividade, permite intensificar interações e facilita a circulação de conhecimentos, o que pode ter impactos importantes em termos da geração de efeitos de aprendizado e da dinamização do processo inovativo em escala local ou regional (BRITTO; ALBUQUERQUE, 2002). Do ponto de vista analítico, esse tipo de enfoque procura identificar indicadores de aprendizado e cooperação que possibilitem diferenciar processos sociocognitivos localizados territorialmente, bem como estabelecer associações entre esses indicadores e as medidas de caracterização das competências dos agentes e de seu desempenho econômico e inovativo (BRITTO *et al.*, 2007; STALLIVIERI; BRITTO, 2011).

9

Inovação organizacional

Allan Claudius Queiroz Barbosa
Renata Barcelos Moreira Santos
Daniel Paulino Teixeira Lopes

1. INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL: SITUANDO O DEBATE

A inovação tem sido considerada um imperativo no atual cenário de mudanças aceleradas nos ambientes produtivo e social. Seu debate é marcado pela sua relevância enquanto diferencial competitivo e apresenta uma diversidade teórica e de enfoques aplicáveis em diferentes circunstâncias. Schumpeter (1985) considerava a inovação como a principal força econômica de mudança, identificando implicações positivas de sua implementação nas organizações: lucratividade e redução de custos; participação de mercado; amplitude do seu domínio ou monopólio e redução do poder dos fornecedores (MCDANIEL, 2000).

A literatura apresenta diferentes tipologias ou padrões variados de inovação. Tushman e Nadler (1997), por exemplo, definem inovações incrementais, referentes a adaptações e melhorias; inovações sintéticas, relacionadas à criação e desenvolvimento de novidades a partir de melhorias de processos ou da combinação de ideias ou tecnologias existentes; e inovações descontínuas, como o desenvolvimento ou aplicação de tecnologias ou ideias novas. Marquis (1969), por sua vez, define três tipos de inovação: sistema complexo (amplo impacto, de longo prazo e difícil replicação), ruptura radical na tecnologia (rara, imprevisível e capaz de mudar o panorama de uma determinada indústria) e corriqueira (ocorre no dia a dia da organização de forma contínua).

Em suas variadas tipologias ou padrões, as inovações podem acontecer em serviços ou processos. Diferentes autores, tais como Abernathy e Utterback (1978), argumentam que inovações em produtos e serviços ocorrem com frequência em organizações de pequeno porte e que inovações em processos ocorrem em unidades maiores, de produção padronizada.

Wolfe (1994), por sua vez, observa que a abordagem sobre inovação possui quatro linhas principais (processo inovador, contextos organizacionais, perspectivas teóricas subjacentes e atributos da inovação). Mesmo com esta diversidade, a inovação está sempre associada a mudanças e a novas combinações de fatores que rompem com o equilíbrio existente (SCHUMPETER, 1985).

Dentro desta perspectiva, compreender o conceito numa lógica interdisciplinar pode sugerir a obtenção de vantagens competitivas sustentáveis, posicionamento competitivo, competências, capacidades e aprendizagem organizacional, dentre outras. Ainda, nesta interface com os preceitos econômicos, as inovações podem acontecer nas empresas em sua gestão e formatos organizacionais, associados às estratégias e suas capacidades transformadoras. Este campo encontra-se em constante evolução e foi incorporando, ao longo do tempo, perspectivas teóricas - e, conseqüentemente, de investigação - de diversos campos, com destaque para a teoria das capacidades dinâmicas tão cara aos campos da economia e da gestão (ver capítulo 7).

2. INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL NA LITERATURA DE ECONOMIA E DE GESTÃO

Schumpeter (1985) definia a inovação organizacional apenas como o estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio ou a fragmentação de uma posição de mercado. Entretanto, tal discussão pouco se desenvolveu no campo teórico da economia, sendo que só recentemente passou a ganhar relevância e, também, distanciar-se da proposta original de Schumpeter.

É possível que Alfred Chandler tenha sido o principal autor do campo da economia a discutir as inovações organizacionais. No livro *Managerial Hierarchies* (CHANDLER; DAEMS, 1980), eles descrevem cuidadosamente como as firmas americanas foram moldando suas estruturas e criando padrões realmente novos para si mesmas, o que acabou influenciando o sistema econômico como um todo. Tais movimentos foram condição para o crescimento das firmas e para o estabelecimento das organizações modernas (CHANDLER, 1962).

Berle e Means (1987) também contribuíram para a compreensão da formação das firmas modernas analisando um outro tipo de estrutura: a de propriedade. A partir desta obra, percebe-se o impacto que a estrutura de propriedade difusa teve na formação das grandes ferrovias americanas: um modelo nunca antes visto de um tipo de “compartilhamento de oportunidades e de risco” entre investidores e que se consolidou como um modelo de referência até os dias de hoje.

Ainda que essas obras não tenham tratado diretamente do conceito de inovações organizacionais, elas estão alinhadas aos estudos mais atuais que diferenciam a inovação organizacional das inovações tecnológicas: a essência da primeira está nas alterações no sistema social da organização (DAMANPOUR; EVAN, 1984). Em outros termos, diferentemente de uma inovação nas tecnologias físicas, os conceitos de inovação organizacional denotam modificações nas tecnologias sociais de uma organização (NELSON, 2008).

Esse tipo de inovação remete a mudanças nas tecnologias sociais (NELSON, 2008), ou seja, na forma de dividir e coordenar as atividades necessárias à operação das tecnologias físicas¹ - o que pode levar a novas formas de gestão e organização. Apesar de relativamente bem definido quanto ao seu objeto, este campo de pesquisa se caracteriza pela ausência de uma tipologia estabelecida para definir essas mudanças. O próprio Manual de Oslo (OECD, 2018) deixa margem para dúvidas, quando assume que a taxonomia ali definida mapearia razoavelmente bem as categorias de processos, marketing e inovações organizacionais.² Os principais gaps da literatura são: ausência de integração teórica, processos e atributos que provocam ambiguidades conceituais, interpretações subjetivas e dificuldades metodológicas (BIRKINSHAW; HAMEL; MOL, 2008; DAMANPOUR, 2014; VOLBERDA; VAN DEN BOSCH; HEIJ, 2013).

Diversos trabalhos têm buscado construir explicações sobre a inovação organizacional. Lam (2005) considera três abordagens: teorias de estrutura e design organizacional, com forte presença da teoria contingencial e da economia industrial; teorias de cognição e aprendizagem organizacional, que enfatizam questões no nível microrrelacionadas ao processo de inovação; e teorias de mudança e adaptação organizacional, que abrangem os processos subjacentes à mudança nos formatos organizacionais.

Birkinshaw, Hamel e Mol (2008, p. 825) analisam as inovações organizacio-

1. De acordo com Nelson (2008, p. 2), as tecnologias sociais consistem em “métodos de se fazerem as coisas em contextos nos quais as ações e interações das muitas partes envolvidas determinam o que é alcançado”. Nos termos desse autor, as tecnologias sociais e as tecnologias físicas evoluem conjuntamente e ambas possibilitam a boa performance da atividade produtiva. Ainda, segundo o autor, a história mostra que, com o apoio das instituições necessárias, as tecnologias sociais vêm contribuindo decisivamente, junto com as tecnologias físicas, para o crescimento econômico.

2. “A taxonomia das funções de negócios proposta nesta edição contempla razoavelmente bem as categorias de inovação em processos, marketing e organizacionais presentes na edição anterior do Manual” (OSLO, 2018, p. 21). Tal afirmativa dá a entender que as inovações organizacionais seriam um tipo de inovações em processos de negócio, mas isso seria distinto da primeira categoria citada (a de processos).

nais sob quatro perspectivas: (1) a perspectiva institucional, “que enfoca condições socioeconômicas nas quais novas ideias e práticas de gestão tomam forma”; (2) a perspectiva de modismos, que analisa a “interação dinâmica entre usuários e provedores de ideias de gestão”; (3) a perspectiva cultural, relacionada a “como uma organização reage à introdução de uma nova prática gerencial”; e, finalmente, sob a (4) perspectiva racional, que analisa “como inovações gerenciais – e os indivíduos que as conduzem – favorecem melhorias na eficácia organizacional”.

Nessa mesma linha, Damanpour (2014) considera principalmente as abordagens racionais – incluindo teorias da aprendizagem, da visão da firma baseada em recursos e das capacidades dinâmicas – e dos modismos – via, por exemplo, teoria institucional. Entretanto, o objeto de cada uma dessas abordagens é distinto: enquanto a abordagem racional trata a firma como objeto, a dos modismos está mais relacionada à linguagem ou à percepção da própria firma.

Numa lógica distinta, Pitsis, Simpson e Dehlin (2013) argumentam que a inovação gerencial pode ser analisada de três formas. Primeiro, como uma técnica gerencial estável que os gerentes instituem nas organizações, desde que se compreendam os fatores que facilitam esse tipo de inovação, dentre os quais os estratégicos, os ambientais, os psicológicos e os educacionais. Em segundo lugar, esse tipo de inovação pode ser analisado como uma prática emergente, ou seja, como um “processo contínuo e fluido com o qual organizações podem aprender a reconhecer e aproveitar” (PITSIS; SIMPSON; DEHLIN, 2013, p. 4). Nota-se que, nessa perspectiva, a inovação deixa de ser vista como técnica gerencial para ser entendida como um processo de aprendizagem. Uma terceira forma consiste em tratar esse tipo de inovação como narrativas, por meio das quais são analisados casos em que praticantes da gestão inventam novas ideias e novos significados.

Na primeira perspectiva, questiona-se a subjetividade da inovação, dado que requer a percepção de diversos fatores. Na segunda e na terceira perspectivas, percebe-se a necessidade de uma janela temporal que permita a percepção da própria inovação, por tratarem-se de processos evolutivos e não disruptivos.

Diante dessas visões, o presente capítulo parte da premissa de que a inovação organizacional é a inovação das capacidades das firmas. Para Nelson e Winter (2005), capacidades são conjuntos produtivos das firmas que caracterizam estados de conhecimento. Elas estão incorporadas à estrutura organizacional, a qual “está mais bem adaptada para certas estratégias do que para outras” (NELSON, WINTER, 2005, p. 65) em função de suas rotinas. Collis (1994) define as capacidades como rotinas socialmente complexas que determinam a eficiência com a qual as firmas transformam entradas em saídas. Para ele, capacidades organizacionais não são apenas manifestações de estruturas e processos, mas residem na cultura e nos relacionamentos pessoais intrafirma e tratam da habilidade da

firma em desempenhar uma atividade, seja ela estática, dinâmica ou criativa.

Nelson e Winter (2005) consideraram que as capacidades sejam unidades de análise de larga escala, as quais têm um propósito reconhecidamente expresso em termos de resultados significativos e são significativamente moldadas pela decisão consciente tanto no seu desenvolvimento quanto no seu desdobramento. Tais capacidades, portanto, são condicionantes para os demais tipos de inovações, sejam estas para o mercado externo à firma ou para o seu “mercado interno”.

Inovações para o mercado externo à firma são aquelas que geram produtos ou processos que têm valor aos clientes que estão além das fronteiras da firma. Já as inovações para o mercado interno são aquelas que atendem às necessidades de eficiência e otimização contínua das rotinas da firma a fim de reconfigurar suas capacidades e realinhar recursos às necessidades de melhoria de desempenho, tal como de crescimento e aumento da rentabilidade. Desta forma e seguindo Foss, Winter e Heimeriks (2012), inovações organizacionais são fluxos de implementação que conferem à gestão um conjunto de opções para decisões sobre a produção de resultados relevantes de um tipo particular. Diante disto, percebe-se a relevância e o porte das inovações organizacionais para a produção das inovações que determinam os sistemas econômicos.

3. É POSSÍVEL MENSURAR A INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL?

O fato de os estudos econômicos e administrativos ainda trabalharem a inovação organizacional de forma pouco consistente pode ser parcialmente justificado por um motivo metodológico relevante: a dificuldade para identificar e mensurar sua existência e seu impacto.

Armbruster et al. (2008) salientam as dificuldades sobre os surveys aplicados na Europa para monitorar a inovação organizacional de forma mais geral, as quais são relativas: (1) ao nível de agregação diferenciado entre os diversos modelos apresentados; (2) a impactos metodológicos da consideração da inovação ora como processo de mudança, ora como o resultado de sua adoção; (3) à falta de clareza entre o monitoramento do uso da inovação e da extensão desse uso; (4) à falta de padronização entre o uso de conceitos gerencialmente formatados³ e o uso de conceitos mais gerais e menos formatados, o que não exige do responden-

3. Os autores referem-se aos termos ou labels utilizados para denominar as práticas gerenciais, tais como melhoria contínua e times de trabalho, os quais não são ontologicamente fortes ou de conhecimento geral de pesquisadores e entrevistados.

te um julgamento sobre um rótulo gerencial. Mesmo assim, ao discorrer sobre a dificuldade de se mensurar e caracterizar a inovação organizacional, Armbruster et al. (2008) conseguem identificar diversos surveys existentes sobre o tema:

- NUTEK: criado pela OECD para investigar empreendimentos flexíveis na década de 1990 na Suécia, investiga, entre outras coisas, informações sobre mudanças importantes na organização do local de trabalho;

- DRUID - projeto DISCO: desenvolvido na Dinamarca em 1996, foi influenciado pelo NUTEK e focado especialmente em flexibilidade (habilidade de uma firma reagir a um ambiente turbulento pelo desenvolvimento de novos produtos e novos processos tecnológicos baseados em formas organizacionais integrativas e cultura orientada pela renovação e aprendizado);

- EPOC: conduzido pela European Foundation of Living and Working Conditions em 1996, o questionário foi aplicado a empreendimentos em 10 países europeus e respondido por 5.786 firmas. Seu objetivo era propiciar dados empíricos sobre a difusão de práticas de participação direta dos empregados e não perguntava diretamente sobre novas formas de organização do trabalho, mas concluía a existência de conceitos organizacionais a partir de questões sobre formas de participação direta;

- COI: trata-se de um survey francês de 1998 que tinha como objetivo identificar as mudanças que ocorreram entre 1994 e 1997 na organização do trabalho (estrutura funcional das companhias, formas de gerenciar tarefas e tempo de trabalho, relações com outras firmas, etc.). O questionário foi aplicado a mais de 400 firmas com mais de 20 empregados;

- CIS: trata-se do principal instrumento estatístico da União Europeia para mensurar atividades de inovação no nível da firma. Suas bases metodológicas são provenientes do Manual de Oslo e uma questão específica sobre inovação organizacional foi incluída em 2001, a qual perguntava sobre técnicas gerenciais inovadoras e novas estruturas organizacionais.

Segundo Armbruster et al. (2008), os diferentes indicadores e formas de questionar sobre a inovação organizacional conduzem a diferentes conclusões sobre a capacidade inovativa das firmas, dificultando conclusões e generalizações. Ao mesmo tempo, a maioria dos estudos do campo da Economia sobre inovação não se preocupam em definir ou redefinir o conceito de tal fenômeno. Entretanto, ainda que se parta do marco schumpeteriano para tal definição, este sempre deixou dúvidas quanto à ontologia da inovação, em especial, a organizacional.

A descrição dos mecanismos de mensuração acima demonstra algumas características acerca do objeto de estudo. Em primeiro lugar, parte-se, pela natureza das pesquisas, com um enfoque da inovação no âmbito da firma e não com uma visão mais ampla (setorial ou ainda mais geral que pautar novos modelos organi-

zacionais). Em segundo lugar, o papel do empreendedor originalmente responsável pelo ato inovativo não é salientado, tampouco os riscos que este corre.

Enquanto os demais tipos de inovação carregam em si a realidade de um mercado condicionante para o seu sucesso, a inovação organizacional não segue a lógica da oferta-demanda que pauta os estudos econômicos. Ainda que os novos arranjos organizacionais ou técnicas gerenciais propiciem a existência de novas e maiores ofertas ao mercado e sejam pautados pela busca de otimização racional, não possuem um mecanismo de regulação que os explique.

Na tentativa de promover a evolução dos métodos de captura de informação sobre inovação organizacional, a quarta edição do Manual de Oslo 2018 (OECD, 2018) passou a considerá-la como um dos aspectos que compõem o conceito guarda-chuva de “inovação em processos de negócio”. Esse conceito engloba inovações no processo de produção de bens e serviços, na distribuição e na logística, em marketing, vendas e serviços pós-venda, nos sistemas de TIC, na administração e gestão, nos serviços de engenharia e serviços técnicos, e no desenvolvimento de produtos e processos de negócio.

Considerando tais aspectos, talvez o que mais se aproxime do que vem sendo objeto das pesquisas sobre inovação organizacional seja a inovação na “administração e gestão”, que pode incluir novidades na gestão estratégica e geral do negócio; governança corporativa (jurídica, planejamento e relações públicas); contabilidade, auditoria, pagamentos e outras financeiras/seguros; gestão de recursos humanos; compras e gestão dos relacionamentos externos com fornecedores (alianças, etc.).

Desse modo, é importante ressaltar que as definições e abrangências das tipologias afeitas à inovação organizacional vêm se modificando ao longo do tempo. Particularmente, da terceira para a quarta edição do Manual de Oslo, parte-se de categorias amplas como inovações nas práticas de negócios, na organização do trabalho e nas relações externas para categorias mais específicas, ou seja, mais próximas à realidade da firma. Resta saber em que medida os grandes surveys baseados no Manual de Oslo (por exemplo, CIS e PINTEC) absorverão as novas orientações mantendo os critérios de comparabilidade internacional e, ao mesmo tempo, capturando modelos organizacionais emergentes, como se observará na seção seguinte.

4. INOVAÇÕES ORGANIZACIONAIS E O CONTEXTO ATUAL

As inovações organizacionais podem ser pensadas a partir do objetivo destas, quais sejam: para ganhos de eficiência, para suportar outros tipos de inovação lançada no mercado e como parte de um modelo de negócio inovador. Enquanto

as duas primeiras focam o “mercado interno” da firma, e, muitas vezes sequer são percebidas pelo sistema econômico como inovação, a última é parte indissociável da estratégia de colocação de produtos e serviços no “mercado externo”. Exemplos dessas são empresas como Uber e AirBnb enquanto plataformas de gestão de ativos de terceiros com base de operação digital.

Na década de 2010, surgem ainda as chamadas “organizações exponenciais” (ISMAIL; MALONE; GEEST, 2018), as quais apresentam crescimento acelerado, criatividade para a inovação e hierarquias reduzidas. Esses modelos são responsáveis pelo desenvolvimento de novas tecnologias por meio da digitalização, disruptão, desmaterialização, desmonetização e democratização em nome de um “propósito transformador massivo”, ou seja, soluções de alto impacto e alta escala.

O desenvolvimento destes tipos de tecnologias serve como alimentação de sistemas capacitantes que permitem novos modelos organizacionais. Empresas como Zappos e Spotify, por exemplo, demonstram a aplicação de novas estruturas e culturas organizacionais: a sociocracia começa a substituir a burocracia. Neste modelo, hierarquias são eliminadas, pessoas assumem papéis em projetos em vez de cargos e possuem alto nível de autogestão (HAMEL, 2011; LALOUX, 2017). Ainda que tais movimentos sejam apenas incipientes em 2019, as inovações tecnológicas que permitem processos mais estáveis e com menos riscos de falhas parecem contribuir para a criação de relações de trabalho mais humanizadas a partir de um mundo do trabalho com mais autonomia e decisões em vez dos padrões de tarefas repetitivas, comando e controle que eram a realidade quando o campo da administração se consolidou, baseado, principalmente, no aprendizado dentro das indústrias automobilísticas.

A própria existência de novos modelos de firma (ou quase-firmas) como as startups têm influenciado tanto as formas de aprendizado e absorção de conhecimento das firmas tradicionais quanto as relações de trabalho, relações com ativos econômicos e relações com investidores. Tal modelo é totalmente voltado ao desenvolvimento de inovações e pode tanto chegar a reconfigurar setores específicos quanto se complementar à estrutura de firmas tradicionais por meios de aquisições, joint ventures ou spin-offs.

Mudanças ocasionadas pelos novos moldes de “uberização” e “servitização” trouxeram novas capacidades às firmas, tanto pela expansão de suas fronteiras horizontais, assumindo funções de serviços antes inexistentes e receitas recorrentes, previsíveis e que permitem a operação de novas firmas com investimentos reduzidos (por exemplo, a Boeing vendendo o serviço de disponibilidade de turbinas em vez da venda de turbinas e as empresas que vendem disponibilidade de veículos), quanto pela desintermediação entre agentes no mercado (por exemplo, uma pessoa qualquer pode contratar um motorista qualquer de forma

segura e arbitrada pela plataforma Uber).

Neste último caso, as mudanças nos moldes organizacionais possibilitada pelas novas ferramentas de informações ainda demonstram a redução da assimetria de informação nos mercados, a qual é atribuída a responsabilidade pelos maiores ganhos econômicos. Tais tecnologias alçaram os sistemas econômicos a um novo patamar de disponibilidade de informações - tanto pelo volume quanto pela abrangência global - de forma que novas oportunidades e novas ameaças para as firmas evoluem proporcionalmente à taxa de circulação das informações. A firma precisa, portanto, ser ágil e flexível e priorizar tanto as capacidades dinâmicas em resposta a esta evolução quanto suas capacidades ordinárias (WINTER, 2003) que buscam eficiência.

Além disso, as inovações nas ferramentas de suporte à gestão ainda impactam o papel de um agente caro às teorias econômicas: o gerente. Se antes ele era responsável pela coordenação de recursos, análises e decisões relevantes da firma, a atual digitalização dos processos deve alterar as demandas para esta função, seja por oferecer análises mais prontas e precisas ou, até mesmo, por mecanizar uma série de decisões e atividades antes analógicas. Neste sentido, o gestor enquanto agente representante do acionista, passa também a ser parcialmente substituído por sistemas de informações alimentados e diferenciados por algoritmos, o que demonstra a necessidade de novas capacidades individuais para esse importante elemento das teorias econômicas.

Para fazer frente a mudanças como essas, é necessário adotar inovações que superem os padrões tayloristas e fordistas que dominaram as firmas da era industrial e que sejam capazes de responder às mudanças tecnológicas e sociais que vêm pela frente. Para Hamel (2007), princípios tradicionais traduzidos em padronização, especialização funcional, alinhamento de metas, hierarquia, planejamento e controle devem dar lugar àqueles que envolvam variedade e experimentação, flexibilidade, democracia e preocupação com o indivíduo.

Assim, a inovação de cariz organizacional, calcada em capacidades consistentes, pode proporcionar novas formas para estabelecer e programar objetivos, motivar e alinhar esforços, coordenar e controlar atividades, e desenvolver e utilizar recursos. A consequência disso, portanto, é a própria relevância deste tipo de inovação para o desenvolvimento econômico e social na sociedade contemporânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: UMA AGENDA DE PESQUISA POSSÍVEL

Originalmente, os estudos econômicos consideram a firma como agente principal para o desenvolvimento econômico. Os tempos atuais demonstraram que novos modelos de organizações têm se destacado com relevância para os sistemas econômi-

cos, como é o caso das organizações com fins sociais que trazem uma lógica distinta da maximização da utilidade da firma, mas geram empregos e produzem conhecimentos e impactos relevantes.

Ao mesmo tempo, as organizações públicas têm adotado a lógica da eficiência das organizações privadas, o que traz um modelo de relacionamento e de trabalho distintos para esses agentes que sempre tiveram papel relevante nas teorias econômicas.

Ao retomar o objetivo deste capítulo, percebe-se a evolução das pesquisas e a existência de desafios em relação à teorização e investigação da inovação organizacional.

Esta discussão mostrou que a inovação organizacional pode ser analisada em suas múltiplas facetas e interfaces, seja sob o ponto de vista da sua interface com a inovação tecnológica, seja do ponto de vista de uma inovação não tecnológica. Contudo, a definição de possíveis diálogos futuros deve contemplar estudos cujo foco esteja em clarificar as tipologias, conceitos, atributos e outros aspectos que permitam compreender os processos pelos quais as organizações criam ou adotam algo novo nos âmbitos da gestão, da estratégia, da estrutura, dos processos, da cultura e das pessoas.

Afinal, a inovação organizacional se mostra um fenômeno complexo de ser teorizado e pesquisado, com peculiaridades e dificuldades de delimitação dos conceitos relevantes ao tema. Análises em diferentes níveis parecem necessárias à sua compreensão. Os níveis vão do mais próximo ao individual, relacionado às mudanças nas atividades rotineiras dos gestores, passando pelas novidades em processos, métodos e técnicas de gestão, até o nível organizacional, com destaque para as mudanças de estrutura, organização do trabalho e distribuição de responsabilidades e poder de decisão. Cada um desses níveis sofre os efeitos de fatores macroambientais, interorganizacionais, intraorganizacionais e individuais.

A inovação organizacional demanda pesquisas calcadas em teorias muitas vezes distintas, em níveis de análise variados e em métodos de coleta e análises de dados que coadunem com a visão do pesquisador sobre a melhor forma de captar esse fenômeno. Um alerta importante deve ser feito: os resultados de pesquisas com base em distintas abordagens teóricas podem não ser comparáveis, muito embora seja interessante conectar tais abordagens de modo equilibrado, uma vez que a decisão de adoção de uma inovação organizacional pode decorrer, por exemplo, da busca tanto de legitimidade institucional, quanto de racionalidade econômica (DAMANPOUR, 2014), ou da capacidade de gestão de indivíduos para solucionar problemas (VACCARO et al., 2012).

O alerta vale também para o entendimento da interrelação entre inovação tecnológica e organizacional. Afinal, as teorias em ambos os casos são oriundas de campos de estudos específicos e, embora compartilhem muitas categorias comuns, merecem cuidado na análise. Ainda assim, seria interessante desenvolver um framework que permitisse a pesquisa conjunta, integrada, de inovações tec-

nológicas e inovações organizacionais.

Poderia facilitar o fato de que tais inovações podem compartilhar fatores de influência, motivações e momentum. Nesse sentido, a inovação tecnológica e a inovação organizacional podem ser interdependentes não somente na sua manifestação - uma depender da outra para gerar as consequências desejadas -, mas também naquilo que as influencia e nas questões relacionadas aos processos de criação e adoção.

Por último, espera-se que esta discussão sirva para ampliar os olhares sobre a inovação e para gerar oportunidades de enxergá-la por meio de diversas - mas consistentes - lentes, nos variados contextos organizacionais, desde os mais inovadores até os que não inovam na tecnologia e/ou na gestão e nos formatos organizacionais. Em especial, busca-se uma via de diálogo aberto, construtivo e ágil entre os estudos organizacionais e econômicos, os quais, apesar de reconhecidamente complementares, enfrentam uma dificuldade de transposição de campos bastante abrangentes, altamente relevantes e em evolução permanente e contínua.

Inovação em serviços

Alessandro Maia Pinheiro

Paulo Bastos Tigre

INTRODUÇÃO

Este capítulo explora a evolução recente das trajetórias, teorias e métricas da inovação em serviços diante das dificuldades de lidar com elementos como intangibilidade, alta interatividade entre fornecedores e clientes, e simultaneidade entre processo, produto e consumo. O setor serviços é muito heterogêneo, reunindo tanto empresas relativamente pequenas e estagnadas tecnologicamente como aquelas que constituem a ponta de lança da inovação global.

A crescente importância dos serviços na economia mundial pode ser evidenciada por diferentes indicadores. Um dos mais flagrantes é a evolução da participação dos empregos no setor serviços em relação à ocupação total ao longo do último século que passou de 33% em 1900, para 50% em 1950 e 77,4% em 2017 nos Estados Unidos. Tal tendência histórica foi acentuada no século XXI pela rápida difusão da internet que permitiu a transformação de produtos em serviços e o aumento do conteúdo de serviços em produtos. Os serviços passaram a liderar a dinâmica econômica resultando no surgimento de grandes empresas online que dominam hoje o comércio varejista, o software e os serviços em escala global.

Organismos internacionais têm buscado sensibilizar autoridades acerca da importância de introduzir os serviços numa política de fomento à Indústria 4.0, termo associado à quarta revolução tecnológica. O Comitê Econômico Europeu, por exemplo, argumenta que uma ampla gama de empresas, tanto manufatureiras quanto de serviços, estão atualmente envolvidas no desenho de produção de uma nova geração de serviços associados a tecnologias como internet das coisas, big data e inteligência artificial.

Entretanto, a análise do papel dos serviços nas inovações e na economia em geral ainda carece de teorias e métricas adequadas, pois suas características ima-

teriais tornam difícil a aplicação direta de indicadores e medidas de produtividade existentes, que foram desenvolvidos para produtos físicos. Diante da crescente importância dos serviços na economia, diversos esforços vêm sendo realizados por acadêmicos, órgãos de estatística e instituições de pesquisas para encontrar novas formas de quantificar e analisar o setor.

A inadequação do PIB para medir crescimento econômico na era da informação foi apontada Mokyry (2014) para quem parte do crescimento não é captado pelas estatísticas devido a problemas de mensuração de serviços gratuitos e a convergência tecnológica entre canais digitais. A própria classificação entre setores primário, secundário e terciário vem sendo questionada por novas propostas de classificação que incluem um setor “quaternário” ou “terciário superior” que conjuga o setor secundário e o terciário, cujos produtos não são nem bens nem serviços, mas “novos serviços que incorporam bens”, tais como a disponibilização temporária de bens, de pessoas ou de combinações de ambos. Tal categoria se refere a atividades intensivas em conhecimentos como tecnologias da informação e comunicações (TIC), educação, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), consultoria e outros serviços baseados no conhecimento.

Plataformas de serviços compartilhados, mídias sociais, comércio eletrônico, comunicações, *streaming* de vídeo e música e serviços financeiros online dominam hoje o rol das atividades mais inovadoras, dinâmicas e valorizadas das economias avançadas. Impulsionados por inovações tecnológicas que sistematicamente multiplicam a capacidade de armazenamento, processamento e transmissão de informações, empresas como Uber, Spotify, Airbnb, Easynvest e Netflix, facilitam a coordenação dos agentes econômicos, reduzindo custos de transação e poupando recursos materiais. Entender características da inovação em empresas como essas constitui o principal objetivo desse capítulo.

Além dessa introdução, a primeira seção trabalha algumas características compartilhadas por diferentes tipos de serviços e aspectos fundamentais que os diferenciam e repercutem sobre distintos padrões de inovação. Em seguida, mostramos na segunda seção como a trajetória da inovação em serviços tem sido marcada por mudanças disruptivas vinculadas à aplicação de tecnologias digitais e ao alcance de determinados objetivos que traduzem uma busca por maior competitividade. A terceira seção trata de teorias sobre inovações em serviços. Na quarta seção, são discutidas questões relativas às métricas da inovação em serviços, enfatizando o estágio atual e as direções futuras de mensuração. Em seguida, são tecidas as considerações finais.

1. CARACTERÍSTICAS DOS SERVIÇOS

Ao se produzir um serviço, o foco principal não é fornecer um bem material, mas sim organizar uma solução para um problema, disponibilizando ao cliente uma cesta de capacitações e competências não apenas tecnológicas, mas também humanas e organizacionais.

Definições de produto-serviço foram aprimoradas ao longo do tempo, permitindo a identificação das seguintes características comuns compartilhadas pelos serviços e utilizadas para diferenciá-los de bens materiais:

- **Intangibilidade:** serviços não podem ser percebidos fisicamente, pois seu caráter relativamente vago e instável faz com que os consumidores tenham dificuldades de fazer uma avaliação prévia. Uma inovação em serviço geralmente é testada no mercado real, e não em laboratórios. Como não se pode avaliar a priori a qualidade e a adequação do serviço, os vínculos entre cliente e fornecedores são estabelecidos com base na reputação, proximidade geográfica e relações pessoais. Disso resulta a importância atribuída ao capital social e de relacionamento na competitividade de prestadores de serviços. Na falta de outros parâmetros objetivos, o preço é utilizado como indicador de qualidade. Produtos-serviço, em contraposição aos bens materiais, tipicamente envolvem transformações no estado de determinadas entidades, que podem ser artefatos (produtos materiais), pessoas (ou outros organismos, como animais) ou dados (símbolos). Alguns serviços são distribuídos em meios físicos, como um pen drive, que constituem apenas uma pequena fração do custo total. Por outro lado, as atividades que representam maiores custos são a produção e entrega de conteúdo, as transformações habilitadas pelos artefatos e a customização.

- **Interatividade:** refere-se ao fato de a produção de serviços ser inseparável de seu consumo. Provedores enfrentam dificuldades para produzir serviços em massa, pois o consumidor geralmente participa da produção, conferindo-lhe um caráter artesanal. Inovações na comunicação interativa buscam automatizar a interface com os clientes buscando a automação, a fidelização e o feedback. Tal processo leva ao questionamento da característica de não estocabilidade dos serviços. Quartos de hotel, assentos em aviões e cortes de cabelo exigem consumo simultâneo; os tempos perdidos e os espaços ociosos são irrecuperáveis. Contudo, o avanço da inteligência artificial e outras tecnologias estão tornando possível o armazenamento e a prestação de serviços online.

- **Heterogeneidade:** descreve a variabilidade de resultados obtidos ao se produzir um serviço. A qualidade dos serviços é difícil de ser controlada, pois depende de quem provê e de quando e onde foi prestado. O cliente é frequente-

mente solicitado a avaliar os serviços adquiridos, mas a percepção de diferentes usuários sobre o mesmo serviço é heterogênea. Embora haja muitas iniciativas dos prestadores para padronizar serviços, por meio da adoção de procedimentos predefinidos de atendimento em hotéis, *call centers*, hospitais, etc., tal esforço nem sempre é bem-sucedido em função da complexidade das relações pessoais envolvidas na transação. Em consequência, a reputação do fornecedor é fundamental para o sucesso do negócio.

- Ausência de transferência de direito de propriedade: a substituição da venda de mídia física pela licença de uso retira a posse e o eventual valor de revenda para o comprador. Por exemplo, o Microsoft Office deixou de ser comercializado “em caixinha”, com receita única por venda, e passou a ser disponibilizado por meio de assinatura renovável anualmente.

Os quatro atributos comuns à maioria dos serviços explicam por que a classificação da inovação tecnológica em produto e processo não é facilmente aplicável ao setor. Por exemplo, a intangibilidade e interatividade tendem a suprimir a linha divisória entre produto e processo e aumentam o papel dos clientes no desenvolvimento de novos serviços. O feedback desses agentes representa uma fonte relevante de inovação incremental.

A pouca necessidade de equipamentos observada em muitos serviços torna as empresas dependentes de competências incorporadas em capital humano, como fator de competitividade e elemento estratégico na organização e distribuição dos serviços. Os serviços podem necessitar de inovações especiais que dispensam componentes físicos ou tecnologias complexas que requerem atividades formais de P&D. Por outro lado, atividades de treinamento, mudanças organizacionais e/ou de marketing assumem maior importância. A intangibilidade aumenta a importância das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas atividades de inovação em serviços, mas esse atributo pode obscurecer a mensuração do serviço como resultado ou produto, o que tem estimulado pesquisadores a sugerirem novas abordagens integrativas, capazes de lidar tanto com produtos tangíveis quanto intangíveis, como será visto adiante.

Embora partilhem características comuns, os serviços são bastante diferentes entre si. A observação de aspectos que os diferenciam ajuda a compreender algumas características das inovações neste setor. Podemos identificar três aspectos principais:

- Processos fundamentais ou transformações: os serviços realizam transformações em entidades que podem ser objetos, pessoas, símbolos de informação, etc. O tipo de transformação executada e os efeitos gerados sobre determinada entidade estabelecem o tipo de conhecimento requerido na prestação do serviço e os novos conhecimentos necessários para a inovação. Diferentes atividades de

transformação envolvem distintos recursos de equipamentos e materiais, assim como a aplicação de diferentes habilidades, bases de conhecimento, profissões e comunidades de usuários que influenciarão a estrutura e condução da inovação. A identificação do tipo de transformação baseia-se no tipo de objeto a ser transformado. Os serviços de tecnologia da informação (TI), por exemplo, se concentram no consumo/transformação desse recurso. Uma inovação significativa no segmento de serviços de TI requer conhecimentos bastante especializados normalmente associados ao domínio de determinadas TIC, como as ferramentas de prototipagem de software.

- Intensidade de conhecimento: faz referência ao nível de qualificação exigido por determinada atividade de serviço em termos de habilidades profissionais ou técnicas para gerar um resultado específico a uma determinada situação. Os serviços podem ser percebidos como processadores de informação e conhecimento, em que o nível educacional dos trabalhadores é usualmente utilizado como proxy de conhecimento requerido. A maior presença relativa de trabalhadores altamente qualificados nos chamados serviços empresariais intensivos em conhecimento (KIBS) sugere a aplicação de conhecimento relativamente mais especializado para criação de novos serviços.

- Relações de mercado: associa o processo de inovação com o nível de customização do serviço. Serviços muito customizados, como os de consultoria, podem mobilizar formas mais tácitas de conhecimento e exigir uma ativa participação do cliente no seu desenvolvimento. Por outro lado, serviços padronizados, como *call centers*, podem ter seus processos de desenvolvimento e produção bem documentados e, assim, prescindir de uma maior participação do cliente.

2. TRAJETÓRIAS E OBJETIVOS DAS INOVAÇÕES EM SERVIÇOS

Trajетórias tecnológicas indicam rotas, padrões ou caminhos pelos quais ocorrem inovações em um determinado campo de atividades ao longo de um período definido. As trajetórias refletem uma combinação de opções tecnológicas, padrões técnicos, insumos críticos e modelos organizacionais dominantes. Uma vez estabelecida uma trajetória, há uma tendência de inovar de forma incremental e formar redes e cadeias produtivas com base em determinados padrões. A trajetória é interrompida quando ocorrem inovações disruptivas que oferecem oportunidades de melhorias radicais, geralmente aproveitadas por novos empreendedores sem vínculo com trajetórias passadas. Frequentemente empresas existentes ficam presas a uma trajetória definida em função de investimentos realizados em equipamentos, tecnologias e capacitações que constituem custos

afundados, sem liquidez no mercado. Elas se tornam aprisionadas a trajetórias tecnológicas estabelecidas em função das externalidades de redes, ou seja, o efeito que um usuário de uma tecnologia provoca em outras pessoas. Quando o efeito de rede estiver presente, o valor de um produto ou serviço depende da tecnologia adotada por outros usuários. Por isso, as tecnologias adotadas por clientes ou parceiros ao longo da cadeia produtiva podem constituir entraves para a mudança tecnológica.

As inovações disruptivas em curso nas tecnologias da informação abriram oportunidades para romper trajetórias e inaugurar novas, especialmente nos serviços intensivos em conhecimento. Além de lançar novos serviços-produtos e novos modelos de negócios, baseados em tecnologias disruptivas como *big data*, inteligência artificial, computação em nuvem e realidade virtual, as empresas inovadoras buscam aumentar sua competitividade no mercado aumentando a rapidez, a interatividade, a disponibilidade e a flexibilidade do serviço, além de reduzir custos operacionais e atender normas legais. Tais objetivos vêm sendo atingidos com novos serviços, novas formas de prestação e pela maior customização para atender necessidades específicas de clientes.

A redução do tempo necessário para completar um processo ou serviço permite transformar custos fixos elevados em baixos custos unitários. A rapidez de atendimento ao cliente e o aumento da produtividade são os principais benefícios buscados pelas inovações em serviços. Quanto mais rápido o serviço é prestado, maior é a satisfação do cliente e mais rapidamente o dinheiro circula. Serviços online se transformaram em um padrão para a maioria das empresas, poupando tempo de clientes e acelerando o processo de tomada de decisão.

A ampliação das opções de serviços oferecidas e sua maior flexibilidade vem sendo alcançada por meio da combinação de diferentes módulos de acordo com necessidades de clientes específicos ou grupo de clientes. Como os serviços personalizados são tipicamente caros e instáveis, as inovações em serviços buscam modular e formatar pacotes de forma a combinar automação com aumento da escala e escopo. A padronização de um produto-serviço é necessária para definir a gama de serviços disponíveis, nível de suporte e garantias de utilidade oferecida aos clientes.

Inovações para a melhoria da interação com o usuário são efetivadas por meio da personalização dos serviços, da expansão do atendimento virtual e atendimento multicanal. Isso permite que clientes utilizem diferentes mídias e plataformas de comunicações para acessar serviços. Inovações em comunicação interativa buscam a fidelização e obtenção de feedback dos clientes por meio de pesquisas contínuas de satisfação. A sinalização dos usuários permite identificar necessidades não satisfeitas e tendências dominantes da demanda, possibilitan-

do o desenvolvimento de novas configurações de serviços.

A redução de custos constitui um objetivo essencial para a lucratividade de qualquer negócio. Nos serviços isso é buscado pela automação ou pela transferência de determinadas etapas do serviço ao usuário. As tecnologias associadas ao bigdata e à inteligência artificial vêm transformando a interação humana em autosserviço mediados por atendentes virtuais. Inovações desse tipo transferem aos usuários tarefas operacionais de alto custo oferecendo, em contrapartida, uma gama mais ampla de serviços e a comodidade de operar em qualquer horário ou local.

Outro objetivo das inovações em serviços é adequar serviços aos padrões de qualidade e confiabilidade estabelecidos por agências reguladoras e entidades de defesa do consumidor. A tecnologia permite a mudança na forma de prestação de serviços, muitas vezes retirando prerrogativas e direitos dos clientes, invadindo sua privacidade e adotando práticas tarifárias e padrões de atendimento pouco transparentes. Os esforços para desenvolver padrões legais compatíveis com a economia digital estão ainda em seus primórdios, mas constituem uma força motriz na trajetória de inovações. O surgimento de novos modelos organizacionais, canais de comercialização, fontes alternativas de receitas e novas formas de relacionamento com fornecedores e clientes que acabam por revolucionar os serviços e a própria estrutura industrial dos setores afetados exigindo novos padrões e marcos regulatórios. O surgimento de novos modelos organizacionais, canais de comercialização, fontes alternativas de receitas e novas formas de relacionamento com fornecedores e clientes acabam por revolucionar os serviços e a própria estrutura legal dos setores afetados.

Quadro 1 – Inovações em serviços: trajetórias e objetivos

Trajeto�rias	Objetivos
Novos servi�os- produtos Novos modelos de neg�cios Servi�os online Modulariza�o Personaliza�o Novos canais de comercializa�o	Velocidade da presta�o Flexibilidade Redu�o de custos Atendimento a exig�ncias legais Interatividade e disponibilidade

Fonte: Elabora o própria

3. TEORIAS SOBRE INOVA OES EM SERVIÇOS

O setor serviços investe relativamente pouco em atividades formais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em compara o com o setor industrial, mas não inova necessariamente menos. Os serviços são os maiores usuários de TIC e mui-

tas inovações em serviços não requerem tecnologia. Frequentemente empresas inovam utilizando conhecimentos tácitos e práticas organizacionais informais. As inovações em serviços são difundidas de forma mais rápida na economia por serem imateriais e intensivas em um insumo crescentemente abundante: informação e conhecimento. A visão schumpeteriana de que o desenvolvimento é um processo mais qualitativo do que quantitativo nos permite entender melhor a natureza das inovações em serviços. Pode-se observar que as empresas responsáveis por inovações disruptivas não são as mesmas que dominam o mercado, mas sim *startups* e empresas cujos empreendedores não estão presos a investimentos prévios, rotinas operacionais e trajetórias tecnológicas consolidadas que acabam por inibir inovações mais radicais.

Podemos identificar três abordagens principais para a inovação em serviços. A primeira é a “**Assimilação**” que foi desenvolvida com base nas teorias preexistentes que priorizam a inovação de natureza tecnológica. Tal corrente parte do princípio de que o processo de inovação em serviços pode ser descrito nos mesmos moldes das manufaturas. As eventuais diferenças entre inovações em serviços e em atividades manufatureiras seriam mais em termos de grau do que de tipo, e conceitos e taxonomias seriam aplicáveis a ambos setores.

Nessa perspectiva de assimilação, o trabalho seminal de Barras (1986) propõe o modelo de ciclo de vida reverso do produto, segundo o qual sucessivas etapas de aplicação de TIC evoluiriam sequencialmente para inovações incrementais de processo (por exemplo, automação de processos contábeis), radicais de processo (caixas eletrônicos) e inovações de produto (novos serviços online).

Ao transpor para os serviços características mais facilmente observáveis nas manufaturas, a exemplo das categorias produto e processo, Barras (1986) auxilia na compreensão das trajetórias de inovação em serviço mostrando que a natureza particular da inovação em serviços pode ser percebida como a habilidade para adaptar uma tecnologia genérica para aplicações específicas. As necessidades particulares dos usuários são fundamentais, pois afetam a natureza e o tipo da inovação em serviços. As especificidades dos processos de produção e distribuição apresentam diferentes graus de padronização versus especialização, de acordo com o tipo de necessidade dos usuários.

Outras importantes contribuições associadas à corrente de assimilação buscam construir taxonomias evolucionárias para a inovação em serviços, destacando diferentes trajetórias para distintos grupos de atividade econômica em função da intensidade tecnológica. Soete e Miozzo (1989) propõem que a análise faça distinção entre os seguintes tipos de serviços:

- dominados por fornecedores;
- intensivos em escala;
- baseados em ciência;
- intensivos em informação;
- fornecedores especializados.

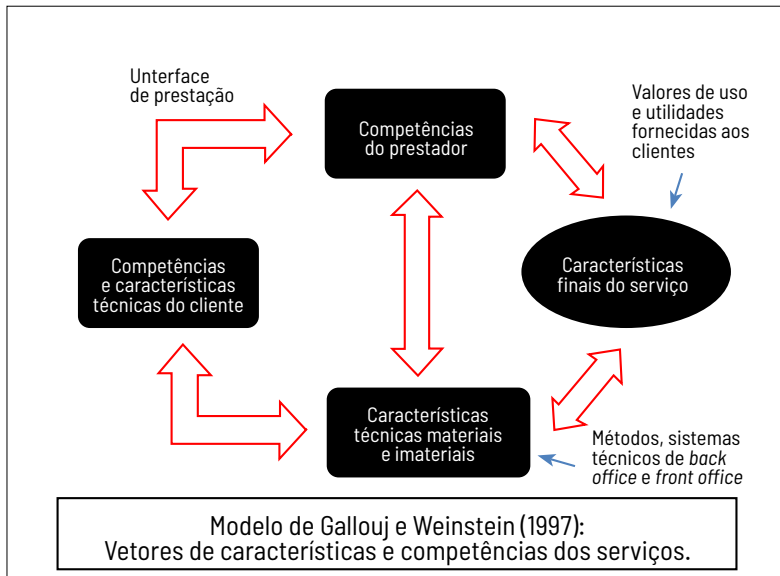
A segunda abordagem para tratar inovações em serviços é a de “**Demarcação**”, que considera inadequado investigar a inovação em serviços dentro do arcabouço conceitual elaborado para a indústria manufatureira utilizando categorias como P&D, patentes e acumulação de capital. Essa perspectiva busca ponderar características específicas da natureza e dos modos de organização da inovação em serviços e enfatizar a importância das trajetórias próprias dos serviços, levando em consideração as características de intangibilidade, interatividade, simultaneidade, etc.

A abordagem da demarcação considera dimensões não tecnológicas e resultados/produtos inovadores de caráter imaterial, como customização de serviços, resolução de problemas, novos métodos e soluções e novas estruturas organizacionais. Propõe novas tipologias de inovação em serviços e novos indicadores, agregando inovações de natureza organizacional, ad hoc e de marketing.

Gadrey e Gallouj (1998) aplicam a abordagem da demarcação em serviços de consultoria por meio da desagregação da inovação tecnológica de produto e processo em três tipos específicos: ad hoc (construção com o cliente de uma nova solução); novos campos de expertise (identificação de um ramo emergente de conhecimento e provimento de consultoria para esse nicho); e formalização da inovação (implementação de métodos para uma melhor definição do serviço). A investigação dos serviços financeiros permitiu um tratamento mais específico das inovações organizacionais, as quais adquiriram formatos como organização do trabalho e métodos padronizados para controle de gestão (MCCABE, 2000).

A terceira abordagem, “**Integração ou Síntese**” apoia-se na percepção de que inovações em serviços não são completamente distintas das manufaturas, mas há que se considerar o fato de que muitas de suas atividades enfatizam aspectos diferentes, embora isso possa ser historicamente contingente. O trabalho de Gallouj e Weinstein (1997) constitui a contribuição mais importante no âmbito dessa visão, a qual define a inovação de acordo com as mudanças afetando vetores de aspectos técnicos, de serviço ou de competências, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Modelo de vetores de características e competências para inovações em serviços



Fonte: Tigre (2019).

Gallouj e Weinstein (1997) propõem uma estrutura conceitual para a provisão de produtos (bens e serviços) que descreve um **serviço-produto** em termos de um conjunto de características e competências, refletindo tanto a estrutura interna dos produtos quanto suas propriedades externas. A distribuição de serviços dependeria da mobilização e interação de quatro vetores principais: competências do provedor e do consumidor, características técnicas tangíveis e intangíveis e características do serviço-produto final. A inovação não é considerada apenas um resultado, mas um processo, podendo envolver qualquer mudança afetando um ou vários termos de um ou mais vetores de características.

Podemos então observar formas múltiplas de inovação na perspectiva de integração, tanto em termos de um novo serviço quanto em relação a outras categorias, como é o caso das inovações em termos de cestas de bens-serviços, de processo e organizacionais.

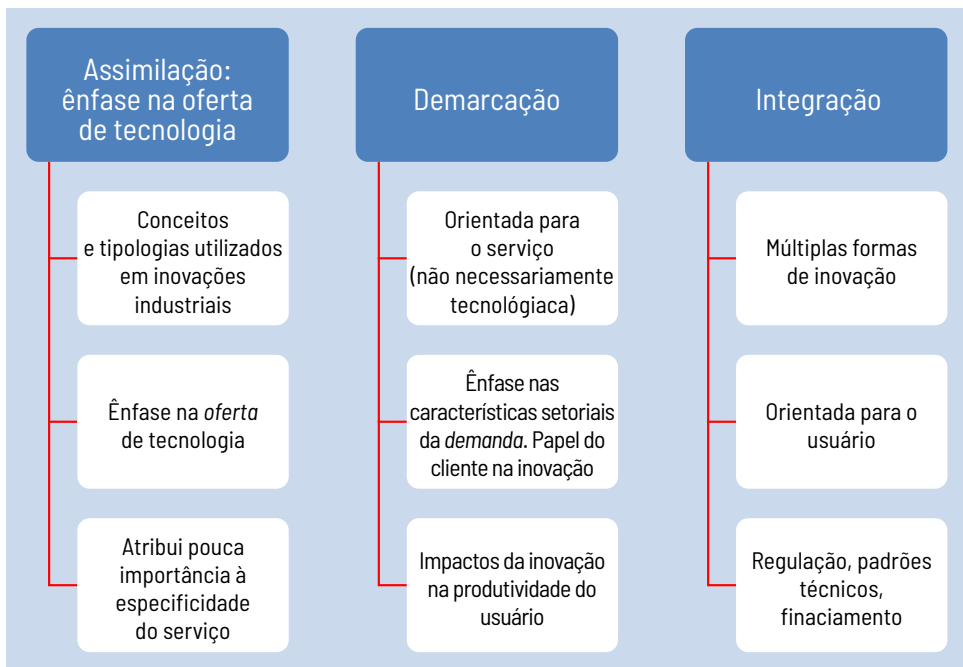
A literatura mais recente sobre inovação em serviços baseia-se na perspectiva de integração, buscando agregar tanto as inovações tecnológicas (típicas da assimilação) quanto não tecnológicas (próprios da demarcação), baseando-se na constatação de uma fronteira cada vez mais tênue separando bens materiais, serviços e inovações a eles associadas.

Ganham destaque aqui a crescente complexidade e o caráter multidimensional tanto dos serviços quanto das manufaturas e um processo de “empacotamento” de bens materiais e serviços em soluções. Por um lado, constatamos a ten-

dência de servitização na manufatura; por outro, muitos prestadores de serviço têm uma parcela cada vez maior de suas inovações incorporando máquinas e equipamentos.

Seria então razoável sustentar que, em alguns casos, os serviços estão se tornando mais parecidos com a manufatura (por exemplo, o uso massivo de tecnologia e padronização de produtos). Em outras situações ocorre o inverso: segmentos manufatureiros destacam os componentes intangíveis do produto e realizam intensamente a sua customização.

Figura 2 – Comparativo de abordagens da inovação em serviços



Fonte: Pinheiro e Tigre (2015).

Percebe-se a integração como um estágio de maior maturidade da reflexão sobre serviços e com maior poder explicativo para os modernos processos de inovação, em que também assumem relevância de categorias não tecnológicas; estruturas menos formais e mais flexíveis de inovação; serviços rompendo fronteiras e se agregando a produtos materiais; modelos de inovação mais abertos, centrados nas necessidades do usuário e orientados para o provimento de soluções; e a necessidade de estabelecimento de novos mecanismos de regulação, padronização e financiamento da inovação.

4. MÉTRICAS DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS

O setor manufatureiro tradicionalmente vem servindo de base para os estudos e a mensuração da inovação. Por essa razão, esse fenômeno tem sido mensurado por indicadores quantitativos, como gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), emprego de cientistas e engenheiros e número de patentes. Tais indicadores se mostram em boa medida inadequados para se medir inovações em serviços, dado seu caráter imaterial e não tecnológico, e as estruturas organizacionais menos formais, típicas dessas empresas.

Inovações de natureza digital, financeira, organizacional, marketing e as relacionadas a novos modelos de negócios orientados a serviços, como os do tipo produto como serviço (*product as a service*) e compartilhamento de produto (*product-sharing*), têm assumido grande relevância e suas características igualmente impõem dificuldades à mensuração dos serviços nos moldes tradicionais.

Os desafios, portanto, estão relacionados à complexidade em lidar com elementos como intangibilidade, alta interatividade entre fornecedores e clientes, e simultaneidade entre processo, produto e consumo.

A necessidade de conhecer a natureza das atividades de serviços e desenvolver métricas econômicas adequadas deu origem a estudos qualitativos sobre inovação em serviços. Tais pesquisas revelaram um elevado grau de inovatividade e destacaram especificidades relacionadas à sua própria natureza e modo particular de organização.

O passo seguinte foi a quantificação, com o propósito de corroborar os achados dos estudos anteriores, mas isso se mostrou uma tarefa difícil em razão das próprias especificidades dos serviços. Djellal e Gallouj (1999) realizaram um inventário de várias pesquisas estatísticas sobre inovação em serviços,¹ concluindo que elas seguiram uma trajetória semelhante à evolução da própria economia de serviços. Os autores identificam que as pesquisas sobre inovação passaram por três fases distintas:

- *indiferença*, em que apenas atividades manufatureiras tinham lugar;
- *subordinação*, em que o foco nas inovações tecnológicas levou à adoção para os serviços dos mesmos questionários de pesquisa utilizados na indústria manufatureira;

1. Embora também tenham analisado levantamentos realizados por organizações nacionais que não têm a produção de estatísticas como atividade-fim (a exemplo de ministérios), e pesquisas-piloto, os autores concedem maior atenção aos levantamentos orientados pelo Manual de Oslo. Também serão o foco de nossa análise devido à sua importância (maior aceitação internacional) e ao fato de a Pesquisa de Inovação brasileira (PINTEC) se basear no mesmo manual.

• *autonomia*, quando os questionários passaram a ser desenhados especificamente para serviços.

As pesquisas guiadas pelo Manual de Oslo, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), podem ser enquadradas nas fases de indiferença e subordinação. A fase de autonomia vem sendo objeto de levantamentos-piloto individuais explorando o conflito entre a necessidade de capturar particularidades intrínsecas aos serviços e estabelecer uma base de comparação com as atividades manufatureiras. A seguir, veremos como os serviços vêm sendo tratados no contexto da mensuração oficial internacional.

Manual de Oslo 1ª Versão, 1992

No plano institucional, o Manual de Oslo é o principal guia utilizado nos questionários para pesquisas de inovação, sobretudo dos *Community Innovation Surveys* (CIS), os levantamentos estatísticos realizados pelos países da Comunidade Europeia, sob a coordenação do Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT). A primeira versão do Manual de Oslo tratou apenas de inovações tecnológicas de produto ou processo (TPP *Innovations*) em atividades manufatureiras e norteou a primeira edição das pesquisas europeias (CIS1).

Manual de Oslo 2ª Versão, 1997

Embora tenha introduzido serviços pela primeira vez, esta versão reflete uma simples agregação deste setor para o Manual. Ao dar ênfase ao conteúdo tecnológico das inovações, tal versão configura uma visão de subordinação dos serviços em relação às atividades manufatureiras.

Pode-se apontar três problemas básicos na mensuração da inovação em serviços dentro do arcabouço do Manual: 1) a distinção entre produto e processo; 2) a identificação dos itens a serem considerados nos custos da inovação; 3) a mensuração dos impactos econômicos da inovação.

Com relação às mudanças organizacionais, particularmente importantes em serviços, o Manual reconhece seus impactos potenciais na performance da firma, mas as trata residualmente, reservando-lhes apenas um anexo. A justificativa foi a dificuldade de se chegar a uma definição conceitual e desenvolver instrumentos práticos de mensuração. A mudança organizacional é altamente específica em relação à firma, o que se torna ainda mais difícil de sintetizar em estatísticas agregadas, setoriais ou para a economia como um todo.

O caráter residual dessas mudanças organizacionais fica claro no próprio conceito adotado no Manual, em que é citado um exemplo para serviços: “a implementação de um padrão de qualidade tal como as normas ISO não é uma inovação tecnológica de produto ou processo, a menos que resulte num significativo

aperfeiçoamento na produção ou entrega de bens e serviços”.² Assim, só representam mudanças organizacionais aquelas que não se conectam diretamente a alterações significativas no produto.

Manual de Oslo 3ª Versão, 2005

Esta versão traz mudanças importantes especialmente relacionadas à incorporação de dimensões não tecnológicas da inovação. Os serviços ganham significativo destaque, com especial ênfase para três aspectos inter-relacionados: 1) maior realce sobre o papel das interações (*linkages*) com outras firmas e instituições no processo de inovação; 2) reconhecimento da importância da inovação em indústrias menos intensivas em P&D, como serviços, implicando uma modificação na estrutura de mensuração da inovação, como definições e atividades relevantes, para acomodar melhor os serviços; 3) ampliação da definição de inovação, de modo a incluir inovações organizacionais e de marketing,³ medida que, segundo o próprio Manual, foi motivada pela necessidade de melhor entender determinadas características da inovação em serviços não adequadamente capturadas pelo conceito TPP.

Uma passagem do manual enumera algumas características particulares a serviços: “a inovação em setores orientados a serviços pode diferir substancialmente da inovação em setores orientados à manufatura. É geralmente menos organizada formalmente, mais incremental por natureza e menos tecnológica”.⁴

Portanto, ao tratar de serviços, devemos investigar com maior atenção modalidades informais de troca de informação e conhecimento, outras atividades inovativas além de P&D, o papel de inovações menores e contínuas - ou não causadoras de rupturas - e a importância de mudanças não tecnológicas.

Essa visão mais ampla da inovação mostra a preocupação prática de manter a continuidade das definições anteriores de TPP. A decisão de incluir serviços enredou algumas modificações conceituais, a exemplo da remoção do termo “tecnológica” na definição de inovação de produto e processo.⁵

Manual de Bogotá e inovação em países em desenvolvimento

A inovação em países em desenvolvimento apresenta peculiaridades, como

2. OECD. Oslo Manual. 2. ed. Paris: OECD, 1997. p. 38.

3. Essas inovações, antes percebidas apenas como fatores de suporte às inovações de produto e processo, passam a ser entendidas como capazes de produzir, por si mesmas, impactos sobre a performance das empresas.

4. OECD/Eurostat. Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3. ed. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Paris: OECD Publishing, 2005.

5. No manual de 1997, o termo foi apenas retirado da definição geral de inovação.

a maior importância atribuída pelas empresas à incorporação de máquinas e equipamentos, licenças de fabricação, assistência técnica e aprendizado tácito. O papel de P&D é menor e as estratégias tecnológicas têm caráter mais dependente e imitativo. Por isso, precisa ser estudado por meio de um referencial próprio.

Basicamente concentrado nas dimensões tecnológicas da inovação, como o próprio título sugere,⁶ o **Manual de Bogotá** não dá atenção particular às especificidades da inovação no setor de serviços, embora argumente que as orientações podem ser aplicadas a todos os segmentos ou atividades da economia. Seu mote principal é desenvolver uma estrutura conceitual capaz de ponderar características do processo de inovação em países em desenvolvimento.⁷ **Não obstante dedique grande interesse às mudanças organizacionais, percebe-as apenas como habilitadoras de mudanças tecnológicas.**

Outro ponto explorado no Manual são as interações (*linkages*), resultando na incorporação, em seu questionário, de algumas poucas questões sobre redes e acordos de cooperação (formais e informais). Na realidade, existe confluência entre as ideias do Manual de Bogotá e de Oslo, fator que levou à incorporação, neste último, de um anexo proposto por pesquisadores envolvidos na elaboração do Manual de Bogotá, contendo diretrizes para o desenvolvimento de pesquisas mais adequadas à realidade de países menos desenvolvidos. O Quadro 2 sintetiza as diretrizes de mensuração e a abordagem associada aos serviços.

Quadro 2 – Métricas da mensuração e abordagem associada aos serviços

Manual de Inovação	Abordagem dos Serviços
Oslo – 1ª versão	Indiferença
Oslo – 2ª versão	Subordinação
Oslo – 3ª versão	Subordinação
Bogotá	Subordinação
Levantamentos-piloto individuais	Autonomia

Fonte: Elaboração própria.

6. O Manual para La Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina (Manual de Bogotá) resulta de um esforço conjunto de pesquisadores de várias instituições ligadas a Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Tem sido aplicado na Argentina, Uruguai e Colômbia.

7. RICYT/OEA/CYTED (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología/Organización de Estados Americanos/Programa CYTED) . Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Bogotá: RICYT/OEA/CYTED, 2001.

5.1 Os serviços na pesquisa de inovação brasileira (PINTEC)⁸

A Pintec é realizada no Brasil a cada três anos, desde 2000, com base no Manual de Oslo. Passou a incorporar serviços a partir de sua terceira edição em 2005, limitando-se a três atividades de serviços intensivos em conhecimento: informática, telecomunicações e P&D. Na rodada de 2008, houve um remanejamento das atividades de edição e gravação, e edição de música da indústria para os serviços, devido à adoção da nova Classificação de Atividades Econômicas (a CNAE 2.0).

A quinta edição (Pintec 2011) encampou, pela primeira vez, os serviços de arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas, atendendo ao apelo de instituições interessadas em conhecer o processo de inovação nessas atividades. Esses serviços são intensivos em conhecimentos e tecnologias de informação e comunicação.

No campo operacional da pesquisa, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) procurou explicar melhor ao informante o conceito de inovação de serviço. Embora utilizando as perguntas-padrão das pesquisas internacionais, os entrevistadores explicaram aos respondentes que um serviço novo, ou substancialmente aprimorado, pode estar associado a um conceito, ideia, proposição ou solução para um problema, que adicione valor para a empresa. Percebe-se que esse esclarecimento vem facilitando o entendimento de que uma inovação de produto pode englobar um novo serviço, reduzindo a chance de subestimação desse tipo de inovação.

O acompanhamento das informações sobre inovações nos setores de serviços abordados pela Pintec tem ratificado o acerto da decisão de investigar esses segmentos, os quais têm revelado sua importância, tal como constatado em outros países, em termos, por exemplo, de alta incidência de empresas: 1) inovadoras; 2) engajadas em arranjos cooperativos, principalmente envolvendo clientes; 3) conduzindo P&D, embora com características menos formais e maior ênfase em desenvolvimento; 4) investindo relativamente mais em inovação, de forma geral, e em P&D, em particular.

Entretanto, não se deve perder de vista o fato de que os resultados para o conjunto dos serviços são influenciados positivamente pela presença majoritária de serviços empresariais intensivos em conhecimento (KIBS), notadamente os de TI, telecomunicações e P&D, cuja performance tende a se equiparar àquela encontrada nos segmentos manufatureiros de alta tecnologia, reproduzindo padrões já

8. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 out. 2019.

assinalados internacionalmente e refletidos nos indicadores.

O viés tecnológico dos KIBS também transparece nas estatísticas relativas à aquisição de máquinas e equipamentos, aproximando alguns desses segmentos, como o de telecomunicações, dos padrões verificados na atividade manufatureira. Visando aumentar a produtividade, os investimentos dessas empresas costumam combinar capital fixo com ativos intangíveis, como software, capital humano, design e novos modelos de negócios. Do ponto de vista operacional da pesquisa, a intensidade em capital e em TIC facilita a adaptação dos serviços ao arcabouço conceitual do Manual de Oslo. Outro aspecto evidenciado pela Pintec que replica padrões internacionais é a sub-representação dos serviços nos programas de apoio à inovação, tornando latente a necessidade de desenvolver políticas de estímulo à inovação para empresas de serviços.

5.2 Direções futuras de mensuração

Uma nova revolução tecnológica está ocorrendo com base em um nível sem precedentes de automação, integração e conectividade de máquinas e equipamentos, processos de produção, atividades, sistemas e pessoas em toda a cadeia de valor. O crescimento da participação dos serviços em diversas economias tem refletido tendências como *outsourcing*, inovação aberta, servitização, novos modelos de negócios orientados a serviços/soluções, intensificação do uso de novas tecnologias (especialmente TIC) e a consequente aceleração e encurtamento dos ciclos de inovação tecnológica e de vida dos produtos.

Os serviços relacionados à TI tendem a assumir crescente importância, dado que permeiam e interligam todas as camadas tecnológicas que consubstanciam a internet, envolvendo hardware, conectividade e aplicações. Software e redes conectarão cada vez mais produtos inteligentes, serviços digitais e consumidores. Diante desse cenário, parece natural que a mensuração da inovação em serviços evolua dentro de uma perspectiva de integração com as atividades manufatureiras, ponderando a dinâmica dos serviços.

A quarta edição do Manual de Oslo, lançada em 2018,⁹ vêm repercutindo essas tendências, direcionando-se prioritariamente ao tratamento mais adequado das características dos serviços e da economia digital. Mais especificamente, isso envolve preocupação com a melhor mensuração de aspectos ligados aos produ-

9. OECD/Eurostat. Oslo Manual: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation data. 4. ed. Paris, Luxemburgo: OECD Publishing, 2018.

tos de informação, novos modelos de negócios, novas tecnologias habilitadoras, mudanças de design e inovações organizacionais e de marketing.

A ideia é ampliar o entendimento do que pode ser considerado inovação, de maneira a agregar ao conceito novas dimensões, inclusive não tecnológicas. Além das inovações de produto (bens e serviços), o Manual pretende considerar uma ampla gama de funções empresariais como atividades de desenvolvimento de produtos e processos de negócios, serviços de informação e comunicação, serviços financeiros, de seguros, saúde, pós-venda e governança corporativa. Mudanças significativas nessas funções passariam a ser consideradas inovações nos processos de negócios, as quais incluiriam também as tradicionais inovações nos processos de produção.

Os serviços normalmente apresentam grande proporção (maior que na manufatura) de empresas pequenas, o que produz efeitos sobre a organização da inovação: grandes firmas são mais propensas a desenvolver inovações em estruturas mais organizadas e formais, envolvendo grupos funcionais especializados. A inovação de serviço, por seu turno, raramente se restringe às características do produto em si, dado que coincide com novas formas de distribuição do produto, de interface com o cliente, de controle de qualidade e segurança. O modo predominantemente não formal de organização limita, mas não impede, a emergência de inovações radicais.

Intangibilidade e interatividade são características que dificultam a diferenciação entre inovação de produto e de processo. Novas abordagens para conceituar a inovação de serviço procuram harmonizar as categorias do Manual de Oslo (produto e processo) com as peculiaridades de um serviço novo, considerando quatro dimensões de novidade: 1) novo **conceito de serviço**; 2) mudanças nas **opções tecnológicas**; 3) mudanças no **sistema de distribuição**; 4) mudanças na **interface com o cliente**.

Quadro 3 - Correspondências entre a abordagem de síntese e as categorias do Manual de Oslo

Proposta de síntese	Manual de Oslo
Conceito	Inovação de produto
Sistema de distribuição Opções tecnológicas	Inovação de processo
Interface com o cliente	Categoria à parte

Fonte: Pinheiro e Tigre (2015).

Diferentemente da proposta de assimilação, o esquema descrito no Quadro 1 pode ser classificado na abordagem de integração ou síntese, uma vez que permite correspondências entre suas categorias de inovação e as do Manual de Oslo, adaptando-se tanto a serviços como à manufatura. A inovação de conceito seria

mais próxima da inovação de produto, e as inovações em termos de opções tecnológicas seriam compatíveis com as inovações de processo do Manual de Oslo. Inovações na interface com o cliente, embora resultando de inovações de produto e processo, constituiriam uma categoria à parte, refletindo a tênue fronteira entre produção e consumo, assim como o intenso contato com clientes, especialmente em serviços.

A abordagem baseada nessas quatro dimensões permite enxergar algumas faces da inovação obscurecidas no tratamento convencional com base em produto/processo, mas que tendem a ser cada vez mais relevantes em todos os setores, não apenas nos serviços, sobretudo se não perdermos de vista a tendência de servitização e os novos modelos de negócios, como os do tipo produto como serviço e compartilhamento de produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo abordou características importantes da inovação em serviços. Os desafios para o seu entendimento e mensuração são muitos. Alguns estão associados à própria natureza dos serviços, envolvendo elementos como intangibilidade, alta interatividade, heterogeneidade e ausência de transferência de direitos de propriedade.

Do ponto de vista da mensuração oficial, pode-se dizer que a terceira edição do Manual de Oslo (2005) avançou ao sublinhar peculiaridades da inovação em serviços, como a maior importância atribuída às mudanças incrementais e de conteúdo não tecnológico, a relevância de atividades menos formalizadas e as dificuldades para se estabelecer a distinção entre inovação de produto e processo, produto novo e aprimorado, inovação organizacional e de processo. Todavia, ante as limitações do atual estágio de compreensão das características da inovação dos serviços, a OECD opta por uma postura de assimilação dos modelos utilizados para retratar atividades de inovação na manufatura, o que acaba obscurecendo dimensões importantes.

Outros desafios são também colocados pela trajetória das inovações em serviços, a qual tem sido marcada por mudanças disruptivas vinculadas à aplicação de tecnologias digitais como big data, inteligência artificial, realidade virtual e internet das coisas. A corrida para alcançar patamares mais elevados de produtividade tem orientado as inovações no sentido de aumentar a rapidez no atendimento, a interatividade, disponibilidade, flexibilidade, redução de custos operacionais e obediência a exigências legais.

Dentre as abordagens para compreender essas questões, vimos que a perspectiva de integração se adequa melhor tanto às características dos serviços, quanto

às novas tendências centradas em novas tecnologias digitais. As inovações em serviços não constituem eventos isolados e pontuais, uma vez que alteram processos, formas de relacionamento com parceiros e clientes, e requerem maior integração de funções organizacionais.

A multiplicidade de funções potencialmente exercidas por uma mesma ferramenta digital, a integração das atividades de inovação e as próprias características dos serviços dificultam a separação entre mudanças tecnológicas e não tecnológicas, pois existem ferramentas que, ao mesmo tempo, automatizam o desenvolvimento e a implementação de inovações e a gestão dos processos nas empresas. Para ponderar especificidades dos serviços e novas tendências, torna-se relevante ampliar o conceito de inovação, objetivando capturar outros aspectos importantes, a exemplo daqueles de natureza organizacional, marketing e novos modelos de negócios. Uma agenda de pesquisa na área de serviços deve ter esses elementos em conta.

Geografia da inovação

Renato Garcia

INTRODUÇÃO

A geografia da inovação tem se tornado um tema crescentemente importante para os estudos na área da economia da inovação e da ciência e tecnologia. Diversas abordagens, que utilizam os pressupostos da geografia da inovação, vêm sendo desenvolvidas nas últimas décadas. A importância da análise da geografia nos estudos da inovação vincula-se ao fato de que a concentração geográfica e espacial dos agentes econômicos e a proximidade geográfica dela decorrente são capazes de gerar um conjunto de benefícios que estimulam os processos de aprendizado interativo e a inovação. Esses benefícios já tinham sido pioneiramente apontados no trabalho de Marshall no século XIX, mas ganharam, nas últimas décadas, novas roupagens, abordagens e formas de análise. Além disso, houve uma proliferação de estudos empíricos que buscaram demonstrar a existência desses benefícios ligados à concentração e à proximidade geográfica.

Involucrado nesse contexto, este capítulo tem o intuito principal de discutir essas abordagens, de modo a apontar suas características mais importantes, as críticas que elas receberam e os principais avanços da literatura sobre o tema. Para isso, o capítulo está organizado em quatro grandes seções, além dessa introdução. A seção 2 apresenta os fundamentos conceituais da geografia da inovação, de modo a invocar as principais abordagens que justificam a importância da geografia para os estudos da inovação, além de apresentar uma breve recuperação do debate sobre os benefícios da especialização e da diversificação. A seção 3 se dedica à análise dos sistemas locais de produção, desde as suas contribuições pioneiras até os desdobramentos mais recentes da análise dos benefícios da aglomeração de produtores especializados. A seção 4 apresenta uma recuperação do debate acerca do papel do conhecimento para justificar a importância da geografia nos estudos da inovação. A seção 5 se dedica a apresentar e discutir alguns dos principais temas emergentes no campo da geografia da inovação, com o audacio-

so intuito de apresentar uma agenda de pesquisa sobre o tema. Por fim, breves considerações finais são apresentadas.

Antes de adentrar a discussão do capítulo propriamente dito, é preciso apontar alguns temas e discussões que este capítulo não se propôs realizar. Primeiro, não se tem o intuito de apresentar a evolução histórica do pensamento e das contribuições que se vinculam com a geografia da inovação, nem de apresentar uma cobertura completa dos autores que trataram do tema. Deve-se reconhecer desde logo que há algumas contribuições importantes que não estão contempladas na discussão aqui apresentada. Segundo, e esta é talvez a maior insuficiência deste capítulo, não se apresenta uma discussão sobre as implicações de políticas. Em parte, essa ausência é justificada por problemas de espaço. Porém, essa insuficiência se torna particularmente importante neste contexto porque muitas das contribuições discutidas neste capítulo tiveram como importante motivação o estabelecimento de implicações de políticas. Essa discussão, no entanto, terá de ser realizada em outro espaço e em outro contexto.

1. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS DA GEOGRAFIA DA INOVAÇÃO

1.1 Proximidade geográfica e inovação

O principal pressuposto que sustenta a importância da geografia da inovação está relacionado com as possibilidades e os benefícios gerados a partir da concentração espacial e da proximidade geográfica dos agentes econômicos. A proximidade geográfica tem o papel de facilitar a interação entre os agentes, tanto produtores como instituições de apoio em geral, o que estimula o intercâmbio de informações e o compartilhamento do conhecimento, com efeitos positivos sobre o processo de aprendizado interativo dos agentes econômicos. Essas possibilidades de interação exercem efeitos importantes sobre o aprendizado nas empresas e afetam positivamente suas estratégias inovativas e os resultados dos seus esforços de inovação.

A relação entre proximidade geográfica e as possibilidades de compartilhamento de conhecimentos tácitos entre os agentes parte do pressuposto de que o conhecimento possui dois componentes distintos. O primeiro é conhecimento codificado, que pode ser transferido entre os agentes por meio de manuais (*blueprints*). O segundo é o conhecimento tácito, que não pode ser tocado, articulado ou codificado e, portanto, está enraizado nos indivíduos e nas rotinas das empresas (GERTLER, 2003; NELSON; WINTER, 1982; POLANYI, 1966; SCUR; GARCIA, 2015). Devido a essas características intrínsecas, o compartilhamento do conhecimento tácito envolve necessariamente a interação entre os agentes, o que

dificulta sua transferência, ou melhor, seu compartilhamento, a longas distâncias. Nesse sentido, o conhecimento tácito é reconhecido como o principal determinante da geografia da inovação, uma vez que o seu papel central no processo de aprendizado interativo tende a reforçar os efeitos positivos da localização, da proximidade geográfica e da concentração espacial dos agentes econômicos (GERTLER, 2003).

Para um número crescente de estudiosos, o incremento da importância do conhecimento tácito nas últimas décadas é o principal determinante da perpetuação e do aprofundamento da concentração geográfica das atividades inovativas em um mundo de mercados em expansão, em que as fronteiras são crescentemente enfraquecidas e as tecnologias de informação e comunicação são cada vez mais baratas e mais difundidas (GERTLER, 2003). Alguns autores afirmam que a proximidade geográfica é uma condição importante para o compartilhamento do conhecimento, a transferência de capacitações e a aquisição de novas tecnologias (GERTLER, 2003; HUBER, 2012; KNOBEN; OERLEMANS, 2006).

Entretanto, o compartilhamento de conhecimento tácito requer a existência de vínculos prévios entre os agentes econômicos e é melhor acumulado por meio da experiência. Assim, destaca-se a existência de uma relação reflexiva entre conhecimento tácito e o contexto, uma vez que o conhecimento tácito, ao mesmo tempo, define e é definido pelo contexto social. O conhecimento tácito pode ser compartilhado com maior êxito entre dois ou mais agentes quando eles também compartilham um contexto social comum. O conhecimento tácito é um dos principais determinantes da geografia da inovação e a natureza específica do contexto o torna “espacialmente pegajoso” (*spatially sticky*) (GERTLER, 2003; SCUR; GARCIA, 2015).

Do ponto de vista da análise empírica, um número crescente de trabalhos nas últimas décadas tem apontado a importância da proximidade geográfica para o estímulo à inovação nas empresas. Desde o trabalho pioneiro de Jaffe (1989), diversos autores foram capazes de comprovar empiricamente a existência de uma correlação positiva entre os fluxos locais de conhecimento e a inovação nas empresas, configurando os chamados transbordamentos locais de conhecimento. Alguns desses trabalhos utilizam a função de produção de conhecimento para, por meio de indicadores relacionados aos insumos inovativos e aos resultados da inovação, identificar a existência dos transbordamentos locais de conhecimento (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996; JAFFE, 1989). No Brasil, alguns autores também mostraram a concentração espacial da atividade inovativa e identificaram a importância da proximidade geográfica (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002; ARAÚJO; GARCIA, 2013; GARCIA; ARAÚJO; MASCARINI, 2013; GONÇALVES; ALMEIDA, 2009; SIMÕES *et al.*, 2005; SUZIGAN *et al.*, 2006).

A proximidade geográfica é comumente definida como a proximidade territorial, espacial, local ou física entre dois agentes econômicos. A concentração espacial dos agentes facilita a interação frequente e os contatos face a face, planejados ou casuais (*serendipitous*), o que estimula o aprendizado interativo e as inovações nas empresas. A proximidade geográfica facilita o intercâmbio de conhecimento tácito entre os agentes e o compartilhamento, planejado ou casual, do conhecimento (GERTLER, 2003; GILLY; TORRE, 2000). Quanto maior for a distância geográfica entre dois atores, mais difícil se torna a transferência de conhecimento tácito (KNOBEN; OERLEMANS, 2006).

Isso pode parecer paradoxal na era das tecnologias de informação e comunicação, mas é importante não confundir conhecimento com informação. O custo marginal de transmitir a informação não varia com a distância, mas o custo de transmitir conhecimento, especialmente conhecimento tácito, aumenta com a distância geográfica (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996; SUZIGAN *et al.*, 2005). Esse tipo de conhecimento é mais bem transmitido por meio de contatos interpessoais face a face, interações frequentes entre os agentes e pela mobilidade de trabalhadores entre empresas. Essa é a razão pela qual a presença geograficamente concentrada de produtores e de agentes ligados às atividades produtivas e inovativas locais apresentam vantagens competitivas bastante relevantes.

Muito embora seja possível identificar alguns fundamentos comuns, nota-se a existência de mecanismos complementares de transmissão de conhecimento entre os agentes locais. Alguns desses mecanismos ocorrem a partir de empresas inovadoras ou de instituições de pesquisa que são capazes de gerar e difundir novos conhecimentos. Outros decorrem de um conjunto de diferentes fatores-chave que contribuem para a transmissão de conhecimentos e a criação de novas capacitações. Os pontos centrais desses enfoques são: 1) aprendizado por meio da operação em redes e da interação, incluindo relações produtor-usuário, colaborações formais e informais, mobilidade de trabalhadores qualificados entre empresas, e *spin-offs* que resultam em novas firmas a partir de empresas existentes, universidades e instituições de pesquisas; 2) elevado grau de imersão (*embeddedness*) das empresas locais numa densa rede de intercâmbio de conhecimentos, que se baseia em intensas interações dos agentes, facilitadas por normas, convenções e códigos de domínio comum, e em instituições que constroem confiança e estimulam relações informais entre agentes, em um processo de aprendizado coletivo; e 3) disponibilidade de um conjunto de recursos de uso comum, tais como universidades, instituições de pesquisa, centros tecnológicos e ampla oferta de trabalhadores qualificados e especializados, que contribuem para reduzir os custos e as incertezas associados às atividades inovativas (SUZIGAN *et al.*, 2005).

Um dos mais importantes argumentos em favor da importância da concen-

tração espacial e da proximidade geográfica é que os contatos face a face permanecem exercendo um papel central na coordenação da economia, a despeito das importantes reduções nos custos de transporte e das notáveis melhorias nos sistemas de comunicação (STORPER; VENABLES, 2004). Assim, podem ser identificados três fatores que justificam a persistência da importância da localização. Primeiro, os vínculos a montante e a jusante estabelecidos pelas empresas (*backward and forward linkages*), o que inclui o acesso a mercados. A concentração espacial desses vínculos produtivos raramente se deve a menores custos de transporte e de logística, mas estão relacionados à disponibilidade de um conjunto específico de informações cujo acesso depende do contato face a face. Segundo, a concentração de trabalhadores é outro importante fator que sustenta a importância da localização, dada a existência de uma ampla gama de competências especializadas, que são ofertadas aos produtores. Ainda, os trabalhadores especializados possuem uma ampla gama de opções de emprego, o que lhes permite reduzir as incertezas em períodos de crise e enseja a existência de elevadas oportunidades de progressão de carreira. Subjacente a essas dinâmicas do mercado de trabalho, existem processos de recrutamento e seleção que ocorrem em grande parte por meio do contato face a face, assim como no seio das redes de relacionamento formadas a partir destes contatos. O terceiro ponto diz respeito aos efeitos das interações locais sobre a inovação. A proximidade geográfica dos agentes tem o efeito de aprimorar os fluxos de informação e conhecimento entre os agentes, mediados pelos contatos face a face, o que é capaz de gerar novos transbordamentos (*spillovers*) tecnológicos. A noção de *buzz cities* emerge a partir do reconhecimento da importância dos contatos face a face, uma vez que o lócus da interação entre os agentes se dá sobretudo nas cidades (STORPER; VENABLES, 2004).

1.2 Especialização e diversificação

O crescente reconhecimento da importância da concentração espacial para os processos de aprendizado interativo nas últimas décadas trouxe consigo uma discussão associada relativa às características das estruturas produtivas localizadas. De fato, em adição ao papel dos transbordamentos locais de conhecimento e das tradicionais forças da aglomeração, diversos estudos dedicaram-se a analisar como as características das estruturas produtivas localizadas podem representar estímulos à inovação nas empresas (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009; GLAESER *et al.*, 1992).

A partir desse debate, emergiram dois tipos de externalidades positivas locais que são usualmente reconhecidas e que exercem papel importante no processo de criação e disseminação de novos conhecimentos. Por um lado, aponta-se a im-

portância das externalidades de especialização, que operam especialmente quando a estrutura produtiva de uma região é caracterizada pela forte especialização em uma determinada indústria. De outro lado, as externalidades que emergem da diversificação, verificadas em estruturas produtivas complexas e diversificadas.

O principal autor que apontou a importância das economias de especialização foi Marshall (1920). Marshall assinalou que a especialização geográfica e setorial das estruturas produtivas é gerada porque a proximidade favorece a transmissão de conhecimento no nível intrasetorial, reduz o custo de transporte dos insumos e dos produtos e permite que as empresas se beneficiem de um mercado de trabalho mais eficiente. A partir dos trabalhos de Marshall, Arrow e Romer, Glaeser *et al.* (1992) formalizaram o modelo que ficou conhecido como MAR (Marshall-Arrow-Romer), que preconiza que a concentração setorial em uma certa região é capaz de promover transbordamentos de conhecimento entre os produtores, o que estimula a inovação dentro daquela indústria naquela região. Assim, a especialização tem o importante efeito de estimular a circulação de informações, de ideias e o compartilhamento do conhecimento tácito e codificado, por meio de processos de imitação, de interação entre os agentes e pela mobilidade dos trabalhadores (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009; SAXENIAN, 1996). Desse modo, externalidades de conhecimento ocorrem somente entre empresas da mesma indústria, ou de indústria correlatas, calcadas na concentração geográfica e setorial dos agentes econômicos. Em consequência, essa abordagem assume que não ocorrem transbordamentos interssetoriais (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009). Importante apontar que Marshall também menciona outros dois benefícios da concentração geográfica e setorial dos agentes econômicos. O primeiro é a redução dos custos de transporte, que se configura como uma força centrípeta importante para o crescimento econômico local (GARCIA, 2006; KRUGMAN, 1991). O segundo é a formação de um mercado de trabalho composto por uma gama de trabalhadores especializados, que se aproveitam das amplas oportunidades de emprego na estrutura produtiva local. Além disso, a mobilidade dos trabalhadores é outro fator que contribui para a geração de transbordamentos de conhecimento.

Por outro lado, a diversidade da estrutura produtiva de uma região, ou de uma cidade, pode ser o principal motor da inovação (GLAESER *et al.*, 1992; JACOBS, 1969). Nesse caso, as principais fontes de transbordamentos de conhecimento são externas à indústria em que a firma atua, e advêm da diversidade das fontes de conhecimento que podem ser encontradas nessas estruturas produtivas localizadas, com efeitos positivos sobre a inovação e sobre o crescimento econômico. Nesse sentido, um tecido industrial mais diversificado apresenta maiores possibilidade de imitação, compartilhamento e recombinação de ideias e práti-

cas interssetoriais, o que promove um processo de fertilização cruzada (*cross-fertilization*) entre as ideias existentes e a geração de novas ideias entre indústrias díspares ou complementares, que acabam utilizando recursos comuns (ARAÚJO; GARCIA, 2019; GLAESER *et al.*, 1992; JACOBS, 1969). O intercâmbio de conhecimentos complementares entre empresas de diferentes indústrias estimula processos de busca e de experimentação nas empresas, com efeitos positivos sobre seus esforços de inovação. Além disso, estruturas produtivas diversificadas são conducentes para o intercâmbio de habilidades necessário para a emergência de novos setores e de novas atividades produtivas, uma vez que essas habilidades podem ser recombinadas para a produção de novas mercadorias e o atendimento a novos mercados (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009; MASCARINI; GARCIA; ROSELINO, 2019). Ademais, a existência de uma adequada infraestrutura de transportes e de comunicação, a proximidade aos mercados e o acesso privilegiado a serviços especializados são fontes adicionais de externalidades de diversificação, bastante associadas à urbanização, muitas vezes chamadas de externalidades jacobianas.

Nesse sentido, as externalidades decorrentes da aglomeração são reconhecidas tanto pelo modelo das externalidades MAR quanto das externalidades jacobianas. Todavia, as externalidades MAR privilegiam os efeitos dos transbordamentos de conhecimento que ocorrem dentro da mesma indústria, enquanto nas externalidades jacobianas a diversidade das indústrias da região é que são capazes de gerar mais poderosos transbordamentos de conhecimentos. Todavia, está aberto o debate sobre qual o tipo de externalidade local, MAR ou Jacobs, exerce efeitos mais poderosos sobre a inovação e sobre o crescimento econômico. Do ponto de vista empírico, parece não haver dúvidas de que os transbordamentos de conhecimento envolvem tanto externalidades marshallianas como jacobianas. Contudo, podem ser encontradas evidências conflitantes acerca de qual dos dois tipos de externalidade exerce efeitos mais potentes sobre a inovação e sobre o crescimento econômico¹ (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009).

1. Em grande parte, a dificuldade de definir qual dos dois tipos de externalidade é o mais importante decorre das dificuldades de mensuração dos transbordamentos de conhecimento, uma vez que depende de como é mensurado, onde é mensurado, em que indústria e qual nível de agregação.

2. SISTEMAS LOCAIS DE PRODUÇÃO, CLUSTERS INDUSTRIAIS, APL

2.1 Importância e benefícios dos Sistemas Locais de Produção

A competitividade e o desenvolvimento de sistemas locais de produção são temas que ganharam destaque entre os estudiosos de áreas como organização industrial, economia regional e geografia econômica. O trabalho pioneiro de Marshall sobre os distritos industriais ingleses do final do século XIX já apontava para a importância da aglomeração dos produtores para geração de externalidades positivas locais, cujo papel era decisivo para a competitividade das empresas (MARSHALL, 1920). A partir de algumas experiências bem-sucedidas de aglomerações de produtores nos anos de 1980, como os distritos industriais da Terceira Itália e o Vale do Silício nos Estados Unidos, diversos estudos conceituais e, sobretudo, empíricos, foram realizados com o intuito de analisar com maior ênfase a competitividade dos produtores em sistemas locais de produção (BECATTINI, 1990; GARCIA, 2006; KRUGMAN, 1991; PORTER, 1998). Além disso, os sistemas locais passaram a ser crescentemente objeto de políticas públicas voltadas à promoção do desenvolvimento industrial e regional e ao incremento da competitividade.

As vantagens competitivas dos produtores em sistemas locais são, basicamente, de duas naturezas. Primeiro, em virtude do processo de divisão do trabalho e da especialização dos produtores verificados nas aglomerações, a concentração geográfica é capaz de proporcionar economias externas à firma que são apropriadas pelo conjunto dos produtores, mesmo que de forma assimétrica. Segundo, as interações frequentes entre os agentes econômicos são capazes de gerar formas de circulação e de difusão de informações e de novos conhecimentos que têm papel importante no processo de solução de problemas dentro das empresas.

Diversos autores, de diferentes tradições, procuraram destacar a importância das externalidades positivas para os produtores localizados em configurações produtivas geograficamente concentradas (KRUGMAN, 1991; LOMBARDI, 2003; MASKELL, 2001; PARRILLI; GARCIA, 2009; RABELLOTTI; CARABELLI; HIRSCH, 2009; SCHMITZ, 1999). A recuperação dos pressupostos do trabalho pioneiro de Marshall é tarefa realizada por diversos autores que trataram das vantagens da aglomeração dos produtores. Isso significa que é amplamente reconhecida a importância da contribuição de Marshall para a compreensão desses fenômenos.

Assim, o ponto de partida de diversos desses autores é o trabalho de Marshall (1920), que foi o pioneiro a observar, a partir da análise dos distritos industriais na Inglaterra no final do século XIX, que a presença concentrada de firmas em uma mesma região pode prover ao conjunto dos produtores vantagens competitivas

que não seriam verificadas se eles estivessem atuando isoladamente. É a partir da recuperação desses pressupostos que os autores, mesmo sob diferentes perspectivas, justificaram a importância das economias externas locais para a geração de vantagens concorrenciais para o conjunto dos produtores. Por causa da existência dessas externalidades positivas, os produtores locais tenderiam a apresentar um desempenho competitivo superior, já que tais vantagens são específicas ao âmbito local.

Os retornos crescentes de escala emergem das condições de especialização dos agentes participantes do processo de divisão social do trabalho, proporcionando às unidades envolvidas ganhos de escala que são externos à firma. A possibilidade de geração e apropriação dos retornos crescentes de escala pela presença de firmas geográfica e setorialmente concentradas está vinculada exatamente com o estímulo à presença de produtores especializados nessas aglomerações.

Entre as causas originais para essa aglomeração, o autor aponta a existência de condições naturais, como a disponibilidade de matéria-prima e de fontes de energia ou facilidades nos transportes, e a existência prévia de demanda na região. É por isso que a concentração geográfica e setorial de produtores é capaz de atrair outras empresas, que atuam no mesmo setor ou segmento industrial ou em indústrias correlatas e de apoio. A capacidade de atração de novas empresas resulta na configuração de uma organização produtiva em que se destaca a presença de produtores especializados, o que contribui para a intensificação do processo de divisão do trabalho entre eles. A partir desse extenso processo de divisão do trabalho, as economias externas são geradas e ampliadas, reforçando as possibilidades de incremento da capacidade competitiva dos produtores locais.

Para Marshall, as vantagens derivadas da concentração geográfica estão associadas não apenas ao aumento do volume de produção, mas também aos ganhos de organização e desenvolvimento decorrentes da maior integração entre os agentes. Utilizando os termos do autor, a concentração de produtores especializados estimula a promoção de formas de integração entre os agentes o que faz com que os segredos da indústria deixem de ser segretos e “pirem no ar”, de modo que “até as crianças são capazes de absorvê-los”.

A partir daí, configuram-se três tipos básicos, apontados por Marshall (1920), de economias oriundas da especialização dos agentes produtivos localizados. Primeiro, verifica-se a existência concentrada de mão de obra qualificada e com habilidades específicas ao setor ou segmento industrial em que as empresas locais são especializadas. Nesse sentido, algumas tarefas, como qualificação e treinamento de mão de obra, apresentam custos reduzidos para as empresas locais, que se apropriam de processos de aprendizado que são exógenos à firma, porém endógenos ao conjunto local de produtores. Nesse sentido, deve-se destacar a existência de organismos especializados no treinamento e na qualificação da

mão de obra, muitas vezes voltados para a indústria ou para o segmento em que as empresas locais são especializadas.

O segundo fator é a presença de fornecedores especializados de bens e serviços aos produtores locais. Essas empresas são atraídas a estabelecer unidades, produtivas, comerciais ou de prestação de serviços, nos sistemas locais. Essas empresas especializadas contribuem para geração de economias externas aos produtores locais, já que eles conseguem ter acesso a esses produtos e serviços diferenciados e a custos relativamente mais reduzidos. Destaque especial deve ser dado à existência de agentes voltados à prestação de serviços especializados aos produtores, tanto nas áreas organizacional como tecnológica. Pela presença desses agentes, as empresas locais têm acesso a custos reduzidos a alguns serviços fundamentais para a manutenção da atividade produtiva e para o incremento da competitividade. Entre essas tarefas, pode-se destacar a provisão de informações técnicas e de mercado, certificação da qualidade, assessoria técnica e organizacional, serviços que não são mantidos internamente nas empresas, mas são prestados por fornecedores especializados. Muitas vezes ainda a aglomeração é capaz de atrair produtores de insumos ou serviços diferenciados, que podem representar um elemento importante para o processo de geração de vantagens concorrenciais para os produtores localizados.

O terceiro e último elemento que justifica a presença de economias externas locais são os transbordamentos (*spillovers*) tecnológicos e de conhecimento. São bastante frequentes os casos em que a formação e o desenvolvimento de aglomerações são resultados de processos de transbordamento de empresas locais, pioneiras, que acabam exercendo o importante papel de formar um contingente de capacitações entre os agentes. Existe um amplo debate na literatura sobre as formas pelas quais os transbordamentos locais de conhecimento se manifestam, mas ainda restam lacunas na compreensão de quais condições e quais processos conduzem ao melhor aproveitamento dos transbordamentos locais de conhecimento em estruturas produtivas localizadas (AUDRETSCH; FELDMAN, 2004; BRESCHI; LISSONI, 2001; CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE; STORPER, 2007; RODRÍGUEZ-POSE, 2011). Os transbordamentos locais de conhecimento, gerados pela aglomeração dos agentes em determinada região, podem advir de estruturas produtivas especializadas, como os sistemas locais de produção, ou de aglomerações industriais e urbanas, que apresentam elevada diversificação.

2.2 Distritos industriais: noção socioeconômica e eficiência coletiva

Após a reemergência dos sistemas locais de produção como forma de organização produtiva, uma abordagem que ganhou elevada importância foi a noção socioeconômica dos distritos industriais, bastante calcada na experiência dos

distritos industriais italianos. Essa abordagem, comumente chamada de “distritos industriais marshallianos”, tem como contribuições mais proeminentes os estudos de Becattini, Brusco e Garofoli e é fortemente calcada na experiência dos distritos industriais da região da Terceira Itália. Para essa abordagem, um distrito industrial marshalliano é definido como uma entidade socioterritorial caracterizada pela presença ativa de uma comunidade de pessoas e de uma população de firmas em uma área histórica e naturalmente delimitada (BECATTINI, 1990; BRUSCO, 1982; GAROFOLI, 1994).

Essa abordagem pode ser sintetizada em duas definições conceituais mais importantes para os distritos industriais. Primeiro, o distrito industrial configura-se como um conjunto de empresas localizadas em uma região geográfica delimitada, cujos produtores formam uma rede e mantêm fortes relações produtivas entre si. Assim, essas empresas são capazes de estabelecer uma rede de produtores verticalmente desintegrados, normalmente de pequeno e médio porte. Nesse sentido, um dos fatores que explica a competitividade dos produtores localizados são as poderosas externalidades positivas locais que emergem de um amplo e complexo tecido industrial e econômico, em que predomina a especialização produtiva decorrente das formas de divisão do trabalho entre os agentes econômicos. A geração e a difusão de inovações tecnológicas e organizacionais também decorrem da especialização dos agentes e do aprofundamento da divisão do trabalho entre eles, o que inclui a participação importante de centros de tecnologia e de prestação de serviços aos produtores locais. Destaca-se, também, a importância da mão de obra especializada, cujas capacitações são forjadas a partir da concentração geográfica e setorial dos produtores e da presença das instituições locais. Ainda, a mobilidade da mão de obra qualificada entre as empresas locais é capaz de promover um forte mecanismo de disseminação de novos conhecimentos, de modo a formar um conjunto de trabalhadores com habilidades específicas ao distrito industrial.

Segundo, a definição socioeconômica do distrito industrial, a partir do pressuposto do enraizamento (*embeddedness*) da rede de empresas no sistema social local, vincula-se à necessidade de considerar as características socioeconômicas e territoriais na análise da organização produtiva do sistema local. Essas características socioeconômicas marcam a emergência do distrito industrial e determinam a forma e a direção das transformações que ele atravessa. Assim, essa abordagem preconiza que a evolução do sistema local de produção não reside exclusivamente em fatores econômicos, uma vez que fatores sociais e territoriais também afetam as formas de organização produtiva do sistema local. As relações de cooperação mantidas pelos agentes econômicos são capazes de criar a chamada “atmosfera industrial”, que caracteriza as relações socioeconômicas

dentro de um distrito industrial. Essas formas de aprendizado, a despeito do seu caráter informal, são capazes de promover um processo permanente de acumulação das habilidades, com efeitos positivos sobre a geração e a difusão de inovações tecnológicas e organizacionais entre os agentes. A razão que faz com que os produtores locais mantenham relações de cooperação entre si está ligada ao fato de que os agentes têm a percepção de que fazem parte de um mesmo organismo, definido social e historicamente. Assim, a atmosfera industrial é representada por um conjunto de ativos intangíveis que pertencem ao sistema de produção como um todo, a partir da existência de uma comunidade local responsável pela disseminação de um sistema relativamente homogêneo de valores e visões, expressos por instituições como a firma, a família, a escola, as associações de classe, a igreja e as autoridades locais.

Ainda nesse contexto da recuperação dos pressupostos da análise marshalliana dos distritos industriais, é preciso assinalar a noção de eficiência coletiva, que se alinha à abordagem dos distritos industriais italianos (SCHMITZ, 1995; 1999). De acordo com a noção de eficiência coletiva, um fator importante que reforça a competitividade dos produtores em sistemas locais de produção é a elevada possibilidade de estabelecimento de ações conjuntas entre eles. Nesse sentido, em um diálogo com Krugman, Schmitz (1999) reconhece que a existência de retornos crescentes de escala no nível dos sistemas locais, que emergem das três forças que compõem as vantagens competitivas apontadas por Marshall, tem papel fundamental para explicar a competitividade dos produtores em sistemas locais. Contudo, os retornos crescentes de escala são apenas parte da explicação das vantagens competitivas dos sistemas locais, uma vez que a aglomeração espacial e setorial dos produtores é capaz de criar um amplo espectro para o estabelecimento de ações conjuntas entre os agentes.

A noção de eficiência coletiva é definida como a vantagem competitiva dos produtores locais derivada das economias externas locais e da ação conjunta dos agentes (SCHMITZ, 1999). A eficiência coletiva responde à insuficiência da análise dos *clusters* industriais, e das explicações da concentração geográfica dos produtores, baseada apenas na possibilidade de apropriação de economias externas locais. Nesse sentido, incorpora-se a noção de que, em aglomerações de empresas, a ação conjunta deliberada dos agentes também exerce papel fundamental na análise. Essa abordagem foi amplamente utilizada em estudos empíricos sobre sistemas locais de produção no Brasil (CASSIOLATO; LASTRES, 2001; HASENCLEVER; ZISSIMOS, 2006; SUZIGAN *et al.*, 2004; SUZIGAN; FURTADO; GARCIA, 2007; TIRONI, 2001) e no exterior (BELUSSI, 1999; RABELLOTTI, 1995; SCHMITZ, 1995), com um importante foco sobre as implicações de políticas.

No período recente, alguns estudos procuraram proceder a uma releitura dos

pressupostos e das características da abordagem dos distritos industriais italianos (BECATTINI; BELLANDI; DE PROPIS, 2009; BELUSSI; DE PROPIS, 2013; SFORZI; BOIX, 2015). As mudanças nas formas de organização industrial e a consequente expansão das cadeias globais de produção impuseram diversos desafios à dinâmica dos distritos industriais, o que ensejou uma tentativa de releitura dessa abordagem. No entanto, os estudos ligados a essa abordagem, que ainda permaneceram fortemente ligados às experiências europeias e, sobretudo, italianas dos distritos industriais, tiveram pequena repercussão na literatura internacional.

2.3 Principais críticas à abordagem dos distritos industriais marshallianos

A abordagem dos distritos industriais marshallianos foi alvo de diversas críticas, que podem ser sumarizadas em três conjuntos principais. Primeiro, alguns estudos apontaram que essa abordagem confere pouca importância aos fatores externos ao sistema local que afetam sua dinâmica evolutiva (BRESCHI; MALERBA, 2001; LISSONI, 2001; MORRISON, 2008). De fato, a abordagem dos distritos industriais marshallianos privilegia a análise dos fatores e das relações que ocorrem dentro do distrito industrial, o que fez com que fossem subestimadas as relações dos atores locais com agentes externos aos distritos industriais.

Tal crítica gerou duas reações mais importantes de autores ligados a essa abordagem. Primeiro, vale mencionar uma reação importante advinda de autores ligados à abordagem dos distritos industriais marshallianos, que incorporaram a essa abordagem a noção de cadeias produtivas globais, ou cadeias globais de valor (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; GIULIANI; BELL, 2005; HUMPHREY; SCHMITZ, 2002). A noção de cadeias globais de valor advoga que existe uma organização global das cadeias produtivas coordenadas por grandes empresas multinacionais produtoras de bens finais ou detentoras de grandes marcas internacionalizadas. Nesse sentido, os produtores locais estão interconectados a cadeias globais de valor, por meio de relações, sobretudo comerciais, voltadas ao suprimento de mercadorias. Essas ligações, segundo essa abordagem, são capazes de fomentar processos de aprendizado interativo, que se traduzem em importantes oportunidades para o desenvolvimento de novas capacitações. Dessa forma, configura-se um processo de *upgrading* a partir dessas ligações externas, uma vez que os vínculos externos globais são capazes de fomentar processos de aprendizado interativo entre os agentes (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

A outra reação importante foi a incorporação do papel dos chamados *technological gatekeepers*, que são agentes locais, ou não locais, responsáveis por fa-

zer a interlocução entre os produtores locais e os agentes externos. Os vínculos entre os produtores e os *technological gatekeepers* representam uma importante fonte de novidade para os agentes locais, o que lhes permite incorporar novas informações e novos conhecimentos, de modo a fomentar processos de aprendizado interativo entre as empresas (BATHELT; MALMBERG; MASKELL, 2004; MORRISON, 2008).

A excessiva importância conferida às relações locais ensejou ainda um segundo conjunto de críticas à abordagem, uma vez que foi assinalada a possibilidade de que os produtores locais adentrem em um processo de trancamento (*lock-in*) das suas capacitações (MARTIN; SUNLEY, 2006). De fato, a experiência dos distritos industriais italianos, e também de outros países europeus, mostra que o processo de trancamento em um conjunto específico de capacitações era um real problema da forma de organização industrial local, que acabava por privilegiar as relações endógenas ao sistema local, em detrimento dos vínculos externos ao sistema local. Frente a essa insuficiência, alguns estudos desenvolveram uma nova abordagem que analisa a evolução dos sistemas locais, por meio da definição de um ciclo de vida do *cluster* (BOSCHMA; FORNAHL, 2011; MARTIN; SUNLEY, 2011; MENZEL; FORNAHL, 2009).

O terceiro conjunto de críticas foi relativo ao papel do conhecimento nessas estruturas produtivas localizadas (GIULIANI; BELL, 2005; LISSONI, 2001). Aliás, deve-se mencionar que essa crítica é bastante sensível no contexto da geografia da inovação, uma vez que o principal argumento em favor das relações entre a concentração geográfica e a inovação diz respeito à possibilidade de compartilhamento de conhecimentos tácitos entre os agentes econômicos. Essa crítica diz respeito ao caráter do conhecimento como um “bem coletivo”.

3. PROXIMIDADE GEOGRÁFICA E AS CARACTERÍSTICAS DO CONHECIMENTO

Um interessante debate tem ocorrido no campo da geografia da inovação referente ao papel e ao caráter do conhecimento. A formulação pioneira de Marshall e as abordagens ligadas aos distritos industriais marshallianos apontavam que o conhecimento era uma espécie de bem coletivo dos agentes econômicos. Uma excelente ilustração da forma como o conhecimento foi tratado por essa abordagem é a famosa, e extensamente utilizada pelos autores alinhados a essa perspectiva, frase de Marshall de que, nos distritos industriais os segredos da indústria “pairam pelo ar” e “até as crianças podem apreendê-los”. Ou seja, a ampla disponibilidade do conhecimento gerado pelos agentes locais representava um dos mais importantes benefícios da aglomeração industrial. Às empresas bastava

pertencer ao contexto socioeconômico para se apropriar do conhecimento gerado localmente.

3.1 Conhecimento não é um bem coletivo

Algumas críticas importantes apontaram que o conhecimento não pode ser considerado um bem livre (GIULIANI; BELL, 2005; LISSONI, 2001). Mesmo que o conhecimento gerado no seio das estruturas produtivas localizadas fosse mais facilmente disseminado entre os agentes locais, do ponto de vista da firma individual, a absorção do conhecimento local depende da existência de um conjunto de capacitações internas à empresa, acumuladas ao longo de sua trajetória. Ou seja, a presença de capacitações internas à empresa define sua capacidade de absorção de novos conhecimentos (COHEN; LEVINTHAL, 1990). Na ausência dessas capacitações próprias, os produtores locais se tornam incapazes de se apropriar dos benefícios da aglomeração industrial, uma vez que não estão aptos a incorporar o conhecimento gerado pelos agentes locais aos seus produtos e processos produtivos. As formas de circulação do conhecimento dentro das estruturas produtivas localizadas dependem fundamentalmente da criação de canais específicos de comunicação, construídos a partir da existência de códigos comuns de comunicação e de confiança mútua entre os agentes (GARCIA *et al.*, 2015a).

A existência de contatos face a face entre os agentes econômicos pode facilitar a criação desses mecanismos próprios de comunicação, mas não garante *per se* a disseminação do conhecimento gerado no seio das estruturas produtivas localizadas. Uma vez criados esses canais específicos de comunicação, a localização deixa de ser importante para a circulação das informações e para o compartilhamento de conhecimentos. Isso faz com que o conhecimento gerado nessas estruturas produtivas localizadas, de caráter tácito, específico e complexo, possa ser transmitido a longas distâncias – desde que os agentes compartilhem os mesmos códigos de comunicação e possuam confiança mútua. Alguns autores chamaram essas redes de conhecimento de “comunidades de prática” ou “comunidades epistêmicas” (ARAÚJO; GARCIA, 2013; DAHL; PEDERSEN, 2004; GERTLER, 2003).

Esse ponto se reveste de elevada importância para análise das experiências recentes de conformação de sistemas locais de produção, especialmente em setores de alta tecnologia. Estudos sobre o Vale do Silício mostram a importância dos fatores ligados à concentração geográfica de um conjunto específico de capacitações (KENNEY, 2000; SAXENIAN, 1996). Mesmo que possam ser identificados diversos fatores que contribuíram para o sucesso do Vale do Silício e das empresas locais, o principal fator que conduziu o sistema local à posição de liderança tecnológica concentra-se na sua capacidade de fomentar a difusão do conheci-

mento e os processos de aprendizado interativo no âmbito local, de modo a formar um elevado conjunto de capacitações diferenciadas entre os agentes locais. Assim, fatores como a presença de empresas pioneiras, a elevada taxa de *spin-off* entre as empresas locais e a existência de um ambiente institucional que favorece o intercâmbio de informações e o compartilhamento do conhecimento são, entre outros, elementos que vieram a fortalecer o conjunto local de capacitações diferenciadas.

Também em países em desenvolvimento, é possível identificar a importância do estabelecimento de redes não locais de intercâmbio de informações e de compartilhamento do conhecimento. Estudos sobre o *cluster* de Bangalore, na Índia, mostram que a presença de diversos estudantes e profissionais indianos nos Estados Unidos, e mais precisamente no Vale do Silício, proporcionou a formação de um elevado contingente de profissionais de elevada qualificação que, ao retornarem a seu país de origem, assumiram posições importantes nas empresas locais ou estabeleceram seus próprios empreendimentos (SAXENIAN, 2002; SAXENIAN; HSU, 2001).

Esses profissionais foram capazes não apenas de aproveitar as oportunidades associadas ao crescimento das indústrias eletrônica e de software em Bangalore, como também foram responsáveis pela formação de densas redes de conhecimento entre os profissionais, aproveitando ainda os contatos com cientistas e engenheiros indianos que permaneceram nos Estados Unidos. No Brasil, o caso do sistema local de produtos eletrônicos de Santa Rita do Sapucaí também mostra a importância das redes não locais de conhecimento, surgidas a partir de formas de proximidade social e cognitiva entre os agentes econômicos (GARCIA *et al.*, 2015a).

Dessa maneira, processos de diáspora e de “fuga de cérebros” (*brain drain*), que muitas vezes recebem pelos analistas uma conotação negativa, podem exercer papel fundamental na formação de uma ampla rede internacional de circulação de informações e de compartilhamento de conhecimentos. Esses profissionais são agentes ativos que proporcionam benefícios como a transferência de tecnologia, de capacitações e de know-how dentro dessa complexa rede de conhecimentos. Esse exemplo mostra que é possível criar mecanismos de intercâmbio de conhecimentos e inovação que prescindem da proximidade geográfica.

De fato, a formação de comunidades de profissionais especializados, as “comunidades de prática”, pode exercer papel-chave para o compartilhamento do conhecimento e o aprendizado interativo (BATHELT; MALMBERG; MASKELL, 2004; GERTLER, 2003). As comunidades de prática são comumente definidas como grupos de trabalhadores informalmente ligados em razão de experiência compartilhada e das competências comuns. Ademais, são normalmente auto-

-organizadas com a finalidade de colaborar na solução de problemas práticos enfrentados pelas empresas, por meio do compartilhamento do conhecimento tácito (BROWN; DUGUID, 1991; GERTLER, 2003). Nessas comunidades, a proximidade organizacional ou relacional entre os profissionais pode ocorrer ou não no âmbito local.

3.2 Dimensões da proximidade

Os benefícios da proximidade geográfica são reconhecidos por diversas abordagens e autores que tratam do tema da geografia da inovação. Porém, resultados de estudos recentes mostram que a proximidade geográfica entre os agentes não é condição suficiente para a ocorrência de processos de aprendizado interativo. Alguns autores apontaram que o processo de aprendizado depende da capacidade de absorção dos agentes econômicos, uma vez que requer um conjunto de capacidades para que os agentes sejam capazes de adquirir o conhecimento compartilhado (COHEN; LEVINTHAL, 1990; GIULIANI; BELL, 2005; LISSONI, 2001).

Em linha com essa abordagem, foram apresentadas diferentes dimensões da proximidade, que complementam, ou substituem, a proximidade geográfica (BOSCHMA, 2005; KNOBEN; OERLEMANS, 2006; VILLAMIL-RAMIREZ; GARCIA, 2015). A principal suposição é a de que a proximidade geográfica não é capaz de, sozinha, gerar sinergias e complementaridades entre os agentes econômicos, necessárias para o compartilhamento de conhecimento e o fomento de processos de aprendizado interativo (BROEKEL, 2015; GILLY; TORRE, 2000). De fato, a dimensão espacial pode ser suplementada por outras formas de proximidade, conformadas por aspectos organizacionais, sociais, institucionais e por ligações tecnológicas (PACI; MARROCU; USAI, 2014).

Nesse contexto, foram apresentadas diferentes dimensões da proximidade (KNOBEN; OERLEMANS, 2006; TORRE; WALLET, 2014), como geográfica, organizacional, social, institucional e cognitiva (BOSCHMA, 2005). Essa formulação resume de maneira bastante funcional as principais dimensões da proximidade que se relacionam com a proximidade geográfica. A partir dessa formulação, diversos estudos empíricos foram realizados no sentido de definir o papel e a importância dessas dimensões da proximidade e a forma como elas se relacionam com a proximidade geográfica (CAPELLO; CARAGLIU, 2018; GARCIA *et al.*, 2018; PACI; MARROCU; USAI, 2014). Pela análise dessas cinco dimensões, é possível examinar qual a importância da proximidade geográfica para o processo de aprendizado interativo dos agentes econômicos, uma vez que as outras dimensões da proximidade podem exercer esse papel (BOSCHMA, 2005). De todo modo, é importante apresentar a definição dessas principais dimensões

da proximidade. De início, a definição de proximidade geográfica se apropria de toda a discussão em torno da abordagem da geografia econômica e da geografia da inovação. Assim, proximidade geográfica é definida como a proximidade territorial, espacial, local ou física entre dois ou mais agentes econômicos (BOSCHMA, 2005; KNOBEN; OERLEMANS, 2006). A importância da proximidade geográfica reside no fato de que pequenas distâncias geográficas facilitam e estimulam as interações face a face, planejadas e casuais (*serendipitous*) dos agentes econômicos e, por conseguinte, facilitam o compartilhamento do conhecimento e a inovação. Assim, a proximidade geográfica facilita a transferência de conhecimentos tácitos entre os agentes econômicos (GERTLER, 2003; GILLY; TORRE, 2000). Quanto maior for a distância geográfica entre dois agentes, mais difícil é a transmissão e o compartilhamento de conhecimentos tácitos entre eles (KNOBEN; OERLEMANS, 2006).

Outra dimensão é a proximidade organizacional, definida como a extensão pela qual as relações entre os agentes são compartilhadas dentro de um arranjo organizacional específico - ou entre dois ou mais arranjos organizacionais. Assim, a proximidade organizacional pode ser um poderoso mecanismo de coordenação dos processos de aprendizado interativo, mesmo a largas distâncias geográficas (BOSCHMA, 2005; GILLY; TORRE, 2000; KNOBEN; OERLEMANS, 2006). A existência de proximidade organizacional facilita a interação entre os agentes porque é capaz de prover regras (explícitas ou implícitas) e rotinas de procedimentos para os agentes, além de proporcionar o compartilhamento do mesmo sistema de incentivos e crenças (TORRE; RALLET, 2005).

A proximidade social é oriunda do pressuposto de que as relações econômicas estão enraizadas (*embeddedness*) em um contexto social específico (GERTLER, 2003; GRANOVETTER, 1985), e pode representar um importante instrumento de aprendizado. As relações sociais são capazes não apenas de criar um mecanismo de coordenação das transações econômicas, como também constituem um veículo que permite o compartilhamento do conhecimento entre os agentes, mediado pela existência de confiança mútua, afinidade e experiência (AUTANT-BERNARD *et al.*, 2007; BOSCHMA, 2005). Na verdade, a proximidade social se refere a atores que pertencem ao mesmo espaço de relações, fora do âmbito estritamente econômico (KNOBEN; OERLEMANS, 2006).

Já a proximidade institucional é normalmente associada ao arcabouço institucional no nível macro e definida nos termos apresentados por North (1990), ou seja, é definida como restrições e limites implícitos ou explicitamente concebidos para estruturar as interações entre os agentes. Por essa razão, a proximidade institucional pode facilitar o aprendizado coletivo, uma vez que ela permite a livre circulação de informações e o compartilhamento do conhecimento em um espaço comum de representações, modelos, normas, procedimentos, regras apli-

cadras e ações (BOSCHMA, 2005; KNOBEN; OERLEMANS, 2006).

Por fim, o papel da proximidade cognitiva está principalmente relacionado com o pressuposto de que a geração e a acumulação de novos conhecimentos dependem da capacidade da firma em absorver esse novo conhecimento. Portanto, requer a capacidade de absorção para identificar, interpretar e explorar novos conhecimentos (BOSCHMA, 2005; COHEN; LEVINTHAL, 1990; GARCIA *et al.*, 2018; NOOTEBOOM, 2000). Para cada nova tecnologia, a firma deve ser capaz de dominar um conjunto mínimo de conhecimentos, de modo a preencher a lacuna de conhecimento (*knowledge gap*). A colaboração entre dois ou mais agentes exige um nível mínimo de proximidade entre eles. A noção de proximidade cognitiva implica que agentes que compartilham a mesma base de conhecimento e habilidades semelhantes são capazes de estabelecer processos de aprendizado interativo entre eles (BOSCHMA, 2005; NOOTEBOOM, 2000). Assim, a proximidade cognitiva é comumente definida como as similaridades nas formas em que os agentes percebem, interpretam e avaliam o novo conhecimento (KNOBEN; OERLEMANS, 2006); ou o grau de sobreposição de suas respectivas bases de conhecimento (BROEKEL, 2015; GARCIA *et al.*, 2018). Os agentes necessitam de capacidade de absorção complementares para identificar, interpretar e explorar o conhecimento de seus parceiros, e as sobreposições entre as bases de conhecimento são essenciais para o estabelecimento de comunicação eficiente entre eles. A distância cognitiva entre a base de conhecimento corrente de uma empresa e o conhecimento externo também pode afetar seus processos de busca e seleção de novos conhecimentos (KRAFFT; QUATRARO; SAVIOTTI, 2014; NELSON; WINTER, 1982).

Existem importantes relações entre as diferentes dimensões de proximidade. Por exemplo, considerando a relação entre proximidade geográfica e cognitiva, é possível identificar que essas duas dimensões podem ser bastante complementares, uma vez que as interações baseadas nos preceitos da proximidade geográfica e na proximidade cognitiva podem ocorrer com mais frequência do que quando se verifica apenas proximidade geográfica (BROEKEL; BOSCHMA, 2011; GARCIA *et al.*, 2018). A conjugação de proximidade geográfica e cognitiva pode induzir a um importante processo de aprendizado interativo e de difusão de novos conhecimentos, muitas vezes às expensas de uma decisão deliberada dos agentes envolvidos (PACI; MARROCU; USAI, 2014).

3.3 Paradoxo da proximidade e proximidade geográfica temporária

O paradoxo da proximidade e a proximidade geográfica temporária são dois temas que têm aparecido com certa frequência nas discussões sobre as diferentes dimensões da proximidade. Essas duas noções podem complementar a com-

preensão das dimensões da proximidade.

O chamado paradoxo da proximidade tem o objetivo de chamar a atenção para os potenciais efeitos deletérios do excesso de proximidade em suas diferentes dimensões. A excessiva proximidade entre os agentes econômicos pode afetar negativamente os processos locais de aprendizado interativo e de inovação, uma vez que pode resultar na redução expressiva da heterogeneidade dos agentes e na ausência de fontes de novidades para os produtores. Nesse sentido, são prejudicadas as formas de compartilhamento do conhecimento entre os agentes, em virtude da ausência de abertura e de flexibilidade, o que pode levar a um processo de trancamento (*lock-in*) dos agentes em um determinado conjunto de capacitações (BOSCHMA, 2005; BOSCHMA; FRENKEN, 2010; CASSI; PLUNKET, 2014).

O paradoxo da proximidade pode ser verificado em diversas dimensões. Por exemplo, por um lado, a proximidade cognitiva pode possibilitar e facilitar a comunicação entre os agentes e, assim, estimular o processo de aprendizado interativo. No entanto, por outro lado, demasiada proximidade cognitiva pode ser prejudicial para o aprendizado e para a inovação, uma vez que ela pode não apenas reduzir o potencial para o aprendizado, como também incrementar o risco de manifestação de um processo de trancamento dos agentes em dada trajetória, e até produzir indesejados transbordamentos de conhecimentos aos rivais locais (BOSCHMA, 2005). Assim, proximidade cognitiva muito baixa entre os agentes enseja problemas de comunicação entre eles; porém, demasiada proximidade cognitiva traz consigo ausência de fontes de novidades e de novos conhecimentos, com efeitos deletérios para a inovação local (CASSI; PLUNKET, 2014; NOOTEBOOM, 2000).

Da mesma forma, a proximidade e o enraizamento social podem afetar positivamente a conformação de redes de conhecimentos entre os agentes econômicos, de modo a estimular o compartilhamento do conhecimento e o aprendizado interativo (AUTANT-BERNARD *et al.*, 2007; BRESCHI; LISSONI, 2009; CASSI; PLUNKET, 2014). Porém, a proximidade social entre os agentes pode não ser benéfica para a inovação e para o aprendizado, uma vez que o excessivo enraizamento em relações sociais pode levar os agentes a subestimar novas oportunidades de negócios e promover o aprisionamento dos produtores em determinadas formas de fazer as coisas, de modo a desestimular a mudança técnica e organizacional (BOSCHMA; FRENKEN, 2010; CASSI; PLUNKET, 2014).

Nesse contexto, é possível expressar o paradoxo da proximidade por meio da figura de um “U” invertido (BOSCHMA, 2005). Pouca proximidade, nas dimensões organizacional, social, institucional e cognitiva, pode ser prejudicial ao processo de aprendizado inovativo e à inovação, uma vez que podem ser reduzidos os estímulos à interação entre os agentes. Por outro lado, a excessiva proximida-

de pode levar os agentes ao trancamento em determinadas práticas, de modo a desestimular a mudança técnica e organizacional e impedir o acesso a fontes de novas práticas produtivas, comerciais e tecnológicas.

Por fim, em adição à discussão das dimensões da proximidade, um tema que apareceu nos debates foi a importância da “proximidade geográfica temporária” (BATHELT; MALMBERG; MASKELL, 2004; TORRE, 2008; TORRE; RALLET, 2005). Nas últimas décadas, a crescente mobilidade das pessoas, da informação e dos bens teve o efeito de reduzir as restrições associadas a colaborações a distâncias geográficas mais largas. As interações entre os agentes geograficamente distantes podem ser cumpridas temporariamente a partir de viagens e reuniões *on-line* com o uso de tecnologias de informação e comunicação (TORRE; RALLET, 2005).

Nesse sentido, a noção de proximidade geográfica temporária implica que os agentes não precisam estar em constante proximidade física para estabelecer relações de colaboração entre eles. Reuniões periódicas, visitas de curta duração e colocação temporária podem ser suficientes para que os agentes sejam capazes de construir outras formas de proximidade, como a cognitiva e a social por exemplo, que em consequência podem permitir a colaboração e o aprendizado interativo mesmo a grandes distâncias geográficas (KNOBEN; OERLEMANS, 2006). Essa colaboração a elevadas distâncias pode ser reforçada por meio da emergência de comunidades de prática, comunidades epistêmicas ou fóruns de profissionais, que permitem aos participantes realizar o intercâmbio de informações e o compartilhamento de conhecimentos mesmo a longas distâncias geográficas (BATHELT; MALMBERG; MASKELL, 2004; TORRE, 2008; 2014).

Dessa maneira, a proximidade geográfica temporária também pode ser uma importante ferramenta para estimular o aprendizado interativo entre dois ou mais agentes econômicos. Além disso, a proximidade geográfica temporária pode ser um substituto, mesmo que imperfeito, dos mecanismos adjacentes aos benefícios da proximidade geográfica, além de fortalecer outras dimensões da proximidade entre os agentes.

4. TEMAS EMERGENTES EM GEOGRAFIA DA INOVAÇÃO

Inseridos na discussão sobre geografia da inovação, alguns temas emergentes podem ser relacionados. Porém, como ocorre em todas as tentativas de estabelecer uma lista de temas que têm emergido em qualquer campo do conhecimento, há ao menos dois problemas em que se pode incorrer. Primeiro, alguns desses temas podem já estar recebendo na literatura internacional relevante atenção nos últimos anos. Segundo, certamente há omissões de temas que já aparecem

com certa importância no debate nos últimos anos.

Mesmo ciente desses riscos, esta seção apresenta uma tentativa de reunir temas emergentes no campo da geografia da inovação, que podem ser direcionadores, e talvez até servir de estímulo, para novos projetos de pesquisa, especialmente de jovens pesquisadores. Nesses temas são aqui tratados de forma bastante breve, mas são apresentadas algumas das principais referências, para os pesquisadores que pretendem aprofundar os temas aqui relacionados. De todo modo, deve-se ressaltar que os temas têm recebido reduzida, porém crescente, atenção de autores brasileiros, o que abre interessantes oportunidades para novas contribuições.

4.1 Geografia econômica evolucionária

Um desses temas diz respeito ao que foi chamado de geografia econômica evolucionária.² Essa abordagem parte do pressuposto principal de que há uma lacuna importante na compreensão dos vínculos entre a mudança técnica e os fenômenos ligados ao território e ao espaço econômico. Em parte, a emergência dessa abordagem foi uma resposta ao que foi chamado por Paul Krugman de Nova Geografia Econômica, que conferiu renovada importância aos temas relacionados à geografia, ao território e ao desenvolvimento das economias regionais (KRUGMAN, 1991). Porém, a análise de Krugman confere demasiada importância a uma abordagem formal e matemática e subestima a relevância dos processos de evolução dinâmica do território e das relações sociais nele inseridas (BOSCHMA; FRENKEN, 2006; BOSCHMA; MARTIN, 2010; FRENKEN; BOSCHMA, 2007; MARTIN; SUNLEY, 2007).

Em contraste, o desenvolvimento de uma perspectiva baseada nos elementos dinâmicos que envolvem a geografia e o território tem exatamente o intuito de preencher esta lacuna, por meio da busca de uma melhor compreensão de temas como a geografia do progresso tecnológico, as vantagens competitivas dinâmicas do território, a reestruturação das economias regionais e o crescimento econômico das regiões. Diversos pesquisadores já vinham trabalhando com essa abordagem, por meio da utilização dos conceitos de inovação e de dinâmica econômica para analisar o desenvolvimento regional e urbano, o que lançou as bases para

2. Um marco importante para o tema da geografia econômica evolucionária foi a publicação de um livro em 2010, organizado por Ron Boschma e Ron Martin, intitulado *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*, que reúne uma coletânea de artigos sobre o tema. O objetivo do livro foi apresentar as principais contribuições conceituais e empíricas sobre o tema e propor uma agenda de pesquisa. Ver resenha publicada na *Revista Brasileira de Inovação* (GARCIA, 2012).

criação da perspectiva da geografia econômica evolucionária (FRENKEN; BOSCHMA, 2007; HENNING, 2019; MARTIN; SUNLEY, 2007; STORPER, 1997).

A perspectiva da geografia econômica evolucionária tem como objetivo fornecer uma abordagem que permite analisar a criação e a difusão do conhecimento tecnológico dentro dos diferentes contextos regionais, em que os agentes econômicos e as instituições desempenham papel crítico nos seus processos evolutivos. Nesse contexto, a dinâmica econômica regional é entendida como o resultado das inovações, ensejadas pelas novas rotinas e pela sua transmissão seletiva entre os agentes e as instituições. É possível observar na literatura internacional um crescente número de estudos em que se aplicam muitos dos pressupostos da geografia econômica evolucionária. Todavia, ressalta-se que há um amplo campo para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa nesse contexto (KOGLER, 2015; MARTIN; SUNLEY, 2015; PYKE; LUND-THOMSEN, 2016).

4.2 Diversificação das atividades locais e a noção de *relatedness*

Outro tema emergente importante no campo da geografia da inovação diz respeito à abordagem de variedade relacionada (*related variety*), também chamada de *relatedness*. Esse tema vem sendo objeto de diversos estudos que tratam do tema da evolução das estruturas produtivas localizadas e se apropriam de diversos conceitos relacionados à dinâmica das economias regionais (ASHEIM; BOSCHMA; COOKE, 2011; BOSCHMA, 2015; BOSCHMA; IAMMARINO, 2009; CONTENT; FRENKEN, 2016; FRENKEN; VAN OORT; VERBURG, 2007).

A noção de variedade relacionada (*related variety*) se insere no debate sobre qual estrutura produtiva, especializada ou diversificada, a aglomeração das empresas é capaz de prover maiores vantagens em termos do aprendizado interativo. No caso das aglomerações especializadas, as vantagens marshallianas (ou MAR) predominam. No caso das aglomerações diversificadas, os benefícios jacobianos são mais profícuos na geração de transbordamentos locais de conhecimento. Porém, de acordo com a abordagem de variedade relacionada (*related variety*), é possível observar problemas em ambas estruturas. As aglomerações especializadas podem levar os produtores ao aprisionamento em determinada trajetória de aprendizado; nas aglomerações diversificadas, os transbordamentos de conhecimento ocorrem mais comumente em setores não relacionados, o que faz com que eles não sejam plenamente aproveitados pelos agentes (BOSCHMA; IAMMARINO, 2009). Por essa razão, nessa abordagem, a colocalização geográfica dos agentes não é condição suficiente para estimular o processo de aprendizado interativo.

Nesse contexto, a noção de variedade relacionada (*related variety*) é apresentada como uma solução para a dicotomia especialização e diversificação. Assim, va-

riedade relacionada (*related variety*) é definida como uma configuração produtiva em que se verifica a existência de setores cujas competências podem ser compartilhadas ou complementares, o que permite a ocorrência de transbordamentos locais e intersetoriais de conhecimento. No entanto, o compartilhamento de conhecimentos e competências requer proximidade cognitiva entre os agentes econômicos (BOSCHMA; IAMMARINO, 2009; FRENKEN; VAN OORT; VERBURG, 2007). Em estruturas diversificadas, no entanto, verifica-se excessiva distância cognitiva; e em estruturas especializadas, há excessiva proximidade cognitiva.

A partir da noção de variedade relacionada, diversos estudos empíricos foram realizados com o intuito de examinar e identificar alguns dos movimentos dinâmicos de diversificação de estruturas produtivas localizadas ou regionais (BOSCHMA; HEIMERIKS; BALLAND, 2014; BOSCHMA; MINONDO; NAVARRO, 2013; NEFFKE; HENNING; BOSCHMA, 2011; XIAO; BOSCHMA; ANDERSSON, 2018). Alguns deles foram realizados utilizando informações que permitem a análise da diversificação da estrutura produtiva e de conhecimento local a partir de longos períodos históricos (BALLAND *et al.*, 2019; BALLAND; BOSCHMA; FRENKEN, 2015). Vale notar por fim alguns trabalhos mais recentes que incorporaram a noção de complexidade à análise da diversificação sobretudo produtiva, das regiões, especialmente por meio do uso da ferramenta de espaço-produto (BALLAND; RIGBY, 2017; CONTENT; FRENKEN, 2016; HIDALGO *et al.*, 2007).

4.3 Ciclo de vida dos Sistemas Locais

Outro tema que ganhou importância no debate recente sobre geografia da inovação é a análise do ciclo de vida dos *clusters*. Essa abordagem se caracteriza pela investigação dos principais fatores que afetam a evolução dessas estruturas produtivas localizadas, assim como as características da evolução dos sistemas locais ao longo do tempo e as principais forças que afetam sua trajetória. Nesse contexto, busca-se analisar em que condições as empresas entram e saem da estrutura produtiva, assim como as formas pelas quais as capacitações dos agentes econômicos são desenvolvidas e, por diversas vezes, convergem em direção a uma determinada trajetória.

A abordagem do ciclo de vida também permite analisar como são estabelecidos os vínculos interorganizacionais endógenos e exógenos aos sistemas locais, e como eles podem se reforçar, ou desaparecer, ao longo de sua trajetória (MARTIN; SUNLEY, 2011; MENZEL; FORNAHL, 2009). A descrição e as principais características dos diferentes estágios do ciclo de vida dos sistemas locais variam levemente entre os principais autores e abordagens. Mas há um relativo consenso de que podem ser distinguidas as fases de emergência, crescimento, maturida-

de e declínio, e que existem diversas formas de renovar a trajetória de evolução dos sistemas locais (HERVAS-OLIVER; ALBORS-GARRIGOS, 2014).

De fato, análises recentes da dinâmica dos sistemas locais têm-se dedicado à compreensão dos principais fatores direcionadores da evolução dos sistemas locais. Diversos estudos apresentaram evidências empíricas sobre como os sistemas locais emergem e crescem ao longo do tempo (BELUSSI; SEDITA, 2009; ELOLA *et al.*, 2017); o que faz com que eles entrem em decadência (ØSTERGAARD; PARK, 2015); e quais os fatores que permitem o rejuvenescimento do sistema local (HERVAS-OLIVER; ALBORS-GARRIGOS, 2014; VALE; CALDEIRA, 2007). Essa abordagem indica para o reconhecimento de que a existência e a estrutura dos sistemas locais só podem ser compreendidas quando se analisa a sua trajetória ao longo do tempo (BELUSSI; HERVÁS-OLIVER, 2016; GARCIA; SCUR, 2016; MARTIN; SUNLEY, 2006; TRIPPL *et al.*, 2015).

A análise recente dos sistemas locais de produção mostrou que a evolução desses sistemas locais está associada a um processo dependente da trajetória (*path-dependent*) (MARTIN; SUNLEY, 2006), em que as capacitações das empresas locais podem evoluir ao longo do tempo e afetam decisivamente a evolução do sistema local (BELUSSI; HERVÁS-OLIVER, 2016). Em geral, a evolução dos *clusters* industriais está relacionada à evolução das capacitações das empresas locais e à forma como os agentes acumulam novos conhecimentos (HERVÁS-OLIVER; ALBORS-GARRIGOS, 2014; SCUR; GARCIA, 2019). O surgimento dos sistemas locais está associado à criação e à acumulação de novas capacitações técnicas, tecnológicas e organizacionais das empresas. Por outro lado, a ausência de capacitações entre os agentes locais para enfrentar os desafios colocados pelas mudanças tecnológicas, e no padrão de concorrência, é questão-chave para compreender o declínio de um sistema local (ØSTERGAARD; PARK, 2015).

Neste cenário, é importante observar o papel dos *technological gatekeepers*, uma vez que esses agentes podem representar um importante canal de acesso a conhecimentos externos e a fontes de novidades. Esses agentes podem exercer papel fundamental na difusão desses novos conhecimentos entre os produtores locais, o que pode contrabalançar o aprisionamento setorial no nível regional (HERVÁS-OLIVER; ALBORS-GARRIGOS, 2014; MORRISON, 2008; OLIVEIRA; GARCIA; BACIC, 2018). Entre as principais formas que os *technological gatekeepers* podem assumir estão as estruturas de comercialização internacional das empresas locais, o investimento externo (*inward* ou *outward*), a participação em cadeias globais de suprimentos, a realização de alianças tecnológicas com agentes externos e a participação em redes globais de conhecimento (BOSCHMA; IAMMARINO, 2009).

4.4 Dimensão local da interação universidade-empresa

Os mesmos pressupostos relativos ao papel e aos benefícios da proximidade geográfica no estímulo à inovação e ao aprendizado interativo se aplicam à análise da dimensão local da interação universidade-empresa. No geral, a universidade vem exercendo papel crescente no apoio à inovação, uma vez que a pesquisa acadêmica representa uma importante fonte de novos conhecimentos para as empresas (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; GARCIA *et al.*, 2018; SUZIGAN *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, houve um crescente interesse na literatura sobre o papel da proximidade geográfica entre a pesquisa acadêmica realizada na universidade e os laboratórios de P&D das empresas. Evidências empíricas mostraram os benefícios da colocalização entre universidades e empresas, uma vez que foram capazes de identificar a existência de transbordamentos locais de conhecimento (*geographically bounded spillovers*) da pesquisa acadêmica para a inovação industrial (ANSELIN; VARGA; ACS, 1997; ARUNDEL; GEUNA, 2004; DE FUENTES; DUTRÉNIT, 2016; GARCIA; ARAÚJO; MASCARINI, 2013; JAFFE, 1989; MANSFIELD; LEE, 1996; VALLANCE, 2016). A existência de transbordamentos locais de conhecimento da universidade para as empresas se soma às maiores possibilidades de interação associada à proximidade geográfica. A proximidade geográfica entre empresas e universidades facilita a interação entre os pesquisadores acadêmicos e os cientistas industriais, uma vez que permite interações frequentes, contatos pessoais e interação face a face, mecanismos que favorecem os processos de aprendizado interativo entre os agentes.

Por essas razões, as empresas em geral preferem interagir com universidades geograficamente próximas. Contudo, estudos empíricos recentes mostraram que existem alguns fatores que podem induzir as empresas a colaborar com universidades geograficamente mais distantes (CALIARI; RAPINI, 2017; D'ESTE; IAMMARINO, 2010; DE FUENTES; DUTRÉNIT, 2016; FITJAR; HUBER; RODRÍGUEZ-POSE, 2015; GARCIA *et al.*, 2015b; LAURSEN; REICHSTEIN; SALTER, 2011; MUSCIO, 2013). Do ponto de vista da firma, se seus processos inovativos exigem conhecimentos tácitos, específicos e complexos, a empresa vai procurar uma universidade em que esses conhecimentos possam ser encontrados, de modo a colaborar com a solução dos problemas inovativos, independentemente da localização geográfica da universidade. Assim, o principal fator que influencia a colaboração das firmas com universidades geograficamente distantes é a capacidade de absorção das empresas. Empresas com mais elevada capacidade de absorção apresentam maior capacidade de procurar, e encontrar, parceiros acadêmicos localizados a distâncias geográficas mais largas (GARCIA *et al.*, 2015b; LAURSEN; REICHSTEIN; SALTER, 2011). Do ponto de vista da universidade, a qualidade da pesquisa acadêmica é um dos fatores que afetam a distância geográfica

fica das interações universidade-empresa. Universidades que apresentam bom desempenho acadêmico são capazes de atrair firmas geograficamente distantes para colaborar, uma vez que elas possuem um conjunto de capacitações diversificadas e complexas que podem ser muito importantes para colaborar na solução de problemas inovativos das empresas, especialmente quando esses problemas estão próximos à fronteira do conhecimento (D'ESTE; IAMMARINO, 2010; GARCIA *et al.*, 2015b; MUSCIO, 2013).

Estudos mais recentes apontaram ainda que outras dimensões, não espaciais, da proximidade podem substituir a proximidade geográfica e, dessa forma, influenciar a colaboração universidade-empresa (CAPALDO; PETRUZZELLI, 2014; CAPELLO; CARAGLIU, 2018; FITTJAR; HUBER; RODRÍGUEZ-POSE, 2015; GARCIA *et al.*, 2018; MATTES, 2012). Isso significa que maior proximidade cognitiva entre os parceiros pode estimular formas de interação mais distantes, uma vez que a existência de uma base de conhecimento comum e de capacitações e experiências compartilhadas pode ser um fator de estímulo à colaboração entre os parceiros, mesmo a distâncias geográficas mais amplas.

Por último, outro tema associado a estudos da interação universidade-empresa diz respeito aos *spin-offs* acadêmicos, que têm sido amplamente utilizados como forma de impulsionar a inovação e o desenvolvimento regional (AUDRETSCH; FELDMAN, 2004; GARCIA *et al.*, 2018; KENNEY, 2000; SAXENIAN, 1996; VALLANCE, 2016). Os novos conhecimentos gerados pela pesquisa acadêmica são capazes de propiciar oportunidades para a criação de novas empresas, especialmente nas indústrias de alta tecnologia. A proximidade geográfica com essas fontes de novos conhecimentos configura-se como uma vantagem, se não um prerequisite, para esses novos empreendimentos, em razão sobretudo do acesso privilegiado a fontes de novidades e da maior facilidade de absorção dos transbordamentos locais de conhecimentos da universidade e de centros de pesquisa para as empresas (AUDRETSCH; KEILBACH, 2005; FISCHER; QUEIROZ; VONORTAS, 2018; OLIVEIRA; GARCIA; BACIC, 2018; STAM; WENBERG, 2009).

4.5 Mobilidade dos trabalhadores qualificados

Outro eixo de análise que se desenvolveu de modo importante nos últimos anos na área da geografia da inovação foi a investigação dos efeitos da mobilidade de trabalhadores qualificados sobre a inovação nas empresas. A mobilidade dos trabalhadores qualificados, dentro da mesma região ou entre regiões diferentes, representa uma das importantes formas de transbordamentos de conhecimentos, uma vez que os trabalhadores carregam consigo um conjunto de capacitações previamente acumuladas, que são compartilhadas com os agentes no novo contexto em que se localizam (BRESCHI; LISSONI, 2009; CRESCENZI;

GAGLIARDI, 2015; MARÉ; FABLING; STILLMAN, 2014; TRIPPL, 2013).

Esse conjunto de estudos, em grande parte, volta-se para a análise de como o fluxo de talentos para uma determinada região pode exercer efeitos positivos sobre a inovação das empresas locais. Esse efeito é causado por dois fatores mais importantes. Primeiro, o fluxo de trabalhadores qualificados tem o efeito de incrementar o conjunto das capacitações locais, o que eleva a capacidade de absorção dos produtores e aumenta o estoque de conhecimento local. Segundo, trabalhadores qualificados podem injetar novas ideias no tecido local e, desse modo, estimular a criação de novos conhecimentos (CRESCENZI; GAGLIARDI, 2015; GAGLIARDI, 2015; MIGUÉLEZ; MORENO, 2015; TRIPPL, 2013). Além disso, a mobilidade dos trabalhadores qualificados pode estabelecer vínculos entre as comunidades nos locais de origem e de destino, promovendo um importante canal para o compartilhamento dos conhecimentos (MIGUÉLEZ; MORENO, 2013).

Parte dos estudos sobre o tema concentrou-se na análise da mobilidade dos cientistas e inventores, em virtude de sua capacidade de impulsionar o desenvolvimento regional de alta tecnologia e a inovação baseada na ciência (CAPELLO; LENZI, 2018; TRIPPL, 2013), além da maior disponibilidade de dados para essa categoria de trabalhadores (BRESCHI; LISSONI, 2009; MIGUÉLEZ; MORENO, 2013; TRIPPL, 2013). Outro conjunto de estudos focalizou a análise sobre o tema dos efeitos da migração sobre a inovação das regiões, ressaltando o papel dos vínculos sociais entre os agentes e o caráter tácito do conhecimento que torna a mobilidade dos trabalhadores qualificados um elemento essencial para a difusão de novos conhecimentos (BRESCHI; LISSONI; TEMGOUA, 2016; KERR, 2010; LISSONI, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema da geografia da inovação vem ganhando crescente importância no debate nos últimos anos. Diversos estudos vêm se dedicando ao tema, cujo pressuposto principal é que a proximidade geográfica entre os agentes econômicos facilita e estimula o processo de aprendizado interativo e a inovação. Esse debate remonta a estudos que tratam das vantagens da localização, como no caso dos sistemas locais de produção, em que a concentração geográfica e setorial dos agentes é capaz de prover importantes vantagens competitivas aos produtores. Desse tema geral emana uma ampla agenda de pesquisa que, em linhas gerais e de modo não exaustivo, foi tratada neste capítulo.

Uma advertência, por fim, deve ser feita ao leitor. Este capítulo não trata de um tema bastante caro a esta literatura, que são as implicações de políticas. Parte importante das preocupações de diversos estudos sobre geografia da inovação reside nas implicações de políticas para a competitividade e para a inovação. Porém, essa discussão terá de ser realizada em outro trabalho e em outro contexto.

Financiamento da inovação: uma proposta de articulação entre as abordagens pós-keynesiana e neo-schumpeteriana

Anderson Cavalcante
Márcia Siqueira Rapini
Solange Gomes Leonel

INTRODUÇÃO

Ainda que Schumpeter (1985) tenha destacado o papel do crédito para o processo de inovação realizado pelo empreendedor, a abordagem neo-schumpeteriana que avançou na compreensão do processo de inovação para a dinâmica capitalista não incorporou a dimensão financeira em suas análises de forma sistemática. Na perspectiva microeconômica da empresa, as diversas estratégias de inovação são caracterizadas e estudadas, mas sem conexão clara com suas decisões de financiamento dos investimentos em inovação.

Outras contribuições, no entanto, foram dadas na perspectiva macroeconômica, especialmente no arcabouço teórico de Sistemas de Inovação (Capítulos 13 e 14), no qual a problemática do financiamento é abordada a partir da dimensão institucional do sistema financeiro e das instituições públicas de suporte a este processo. Exemplos de trabalhos com este recorte e que analisam características do sistema financeiro para financiamento da inovação são Dosi (1990), Christensen (1992), Patel e Pavitt (1994b), Melo (1994), Albuquerque (1996), Saviotti (2005), Hanusch e Pyka (2007) e Melo e Rapini (2013).

Por sua vez, mais numerosos são os trabalhos que analisam a problemática do financiamento da inovação pela perspectiva do financiamento público e

da necessidade de novos instrumentos e mecanismos de fomento, e de arranjos institucionais nacionais. O financiamento aos investimentos em inovação é apontado como um significativo gargalo estrutural ainda não solucionado pelos diferentes mecanismos de apoio recentemente criados em vários países. O envolvimento do governo neste processo é crucial, sendo o livro de Mazzucato (2011) uma seminal contribuição neste sentido.

Outra possibilidade de avanço na literatura, já sugerida em alguns trabalhos (ERBER, 1999; ALBUQUERQUE, 1996; PAULA, 2014), é a que postula a possibilidade de integração entre as contribuições pós-keynesianas e neo-schumpeterianas. O próprio Keynes ressaltou a importância da abordagem de Schumpeter e, claramente, indicou os pontos de interseção das abordagens:

No caso do Capital Fixo é fácil entender porque flutuações devem ocorrer na taxa de investimento. Empresários são induzidos a embarcar na produção de Capital Fixo ou dissuadidos de fazerem isso em função de suas expectativas de lucros futuros. À parte de muitas razões menores porque devem flutuar em um mundo em mudança, a explicação de Schumpeter dos movimentos maiores deve ser aceito de forma irrestrita [...]. É somente necessário adicionar a isto que a velocidade na qual os empresários inovadores serão capazes de realizar seus projetos em execução a um custo na taxa de juros que não seja dissuasivo a eles dependerá do grau de complacência daqueles que são responsáveis pelo sistema bancário (KEYNES, 1930, p. 95-96 apud PAULA, 2014).

Fica clara a concordância de Keynes em relação a Schumpeter, em especial ao papel da inovação no sistema econômico, incluindo a ênfase na função do sistema bancário em tal processo. O propósito deste capítulo é analisar mais detalhadamente a possibilidade de interação entre os dois arcabouços teóricos, dando destaque aos processos de *finance-funding vis-à-vis* às especificidades dos processos de inovação, com destaque para a incerteza que permeia ambos. Diferentemente do trabalho de Paula (2014), que foca em relações de maior caráter sistêmico, este capítulo discute a integração entre estas duas abordagens a partir da decisão da empresa quanto à inovação e seu grau de incerteza, e as respectivas possibilidades de financiamento inseridas em diferenciados processos de *finance* e de *funding*.

Ademais desta introdução, o capítulo está organizado em quatro seções, seguidas das considerações finais. A seção 1 apresenta, de forma breve e sem esgotar a discussão, aspectos comuns das abordagens de Schumpeter e Keynes sobre o processo de desenvolvimento econômico. A seção 2 é um esforço de organizar os macro e microfundamentos do financiamento aos investimentos de longo prazo, sendo dividida em três partes. Na primeira, de forma sintética, apresenta-se o arcabouço desenvolvido por Keynes em relação à tomada de decisão, a incerteza

e as expectativas para a decisão de investimento. Na segunda parte, a incerteza é articulada ao processo de acumulação e às decisões de *finance* e *funding*. Na terceira parte, são apresentadas especificidades do processo de inovação que lidam com condições de incerteza relativamente extremas. A seção 3 dá um passo adiante, procurando articular inovação, incerteza e instrumentos de financiamento.

1. KEYNES E SCHUMPETER SOBRE INOVAÇÃO, INVESTIMENTO E FINANCIAMENTO

O objetivo desta seção é destacar os principais traços das abordagens de Schumpeter e Keynes, em especial, o que ambos entendiam como processos de desenvolvimento econômico. Neste sentido, a seção é embasada em Paula (2014), que realizou um esforço de análise para traçar paralelos, interseções e diferenças não só entre Keynes e Schumpeter, mas entre a literatura pós-keynesiana e neo-schumpeteriana. O presente capítulo possui objetivo semelhante, mas com ênfase mais detalhada sobre a firma e, por isso, não pode se furtar em destacar os pontos levantados por Paula (2014).

É notório, na literatura sobre o tema, que Schumpeter considera a inovação uma aplicação industrial ou comercial de algo novo, sejam produtos e processos, novos tipos de organização ou novos mercados, representando o estímulo básico de uma economia para seu desenvolvimento econômico. Nesse sentido, Schumpeter parte de um fluxo circular correspondente a um estado estacionário (ou lentamente mutável) em que não existem inovações, e moeda e crédito não são relevantes. O rompimento deste estado letárgico, portanto, é via inovação, permitindo aumento de lucros e alterações no comportamento dos agentes econômicos, possibilitando novas ondas de investimento. Um elemento fundamental a esse processo de desenvolvimento é o crédito, presente no momento do financiamento da inovação, seja por força de deslocamento de capital próprio do empresário (autofinanciamento) ou por meios externos de provisão de crédito. Portanto, por meio da criação de meios de pagamento pelos bancos, os empresários (inovadores) adquirem o poder de compra necessário para que o investimento em inovação ocorra (SCHUMPETER, 1985). O papel do sistema bancário foi razoavelmente reduzido nos trabalhos subsequentes de Schumpeter,¹ com a análise recaindo sobre um sistema econômico em que imperam grandes oligopólios, uma vez que processos de desenvolvimento que levam à concentração

1. Business Cycles (1939) e Capitalismo, Socialismo e Democracia (1942).

nos mercados geram empresas com poder de mercado e com maior capacidade própria de acumulação e acesso a mercados financeiros internacionais. Sob essa forma de sistematização, a atividade inovativa passa a ser realizada cada vez mais por grandes empresas industriais, com uso de recursos (lucros) acumulados, e maior ênfase é dada ao processo de destruição criativa, como subproduto de todo o processo.

Keynes, por sua vez, destaca em seus trabalhos o conceito de economia monetária de produção, um sistema no qual a moeda afeta decisões dos agentes e, portanto, não é neutra nem no curto prazo (quando o estoque de capital é fixo), nem no longo prazo. Em um ambiente onde impera a incerteza, a moeda, como reserva de valor, é capaz de oferecer refúgio e, portanto, altera decisões de produção e demanda por trabalho (curto prazo) e processos de acumulação de capital (longo prazo). Nesse arcabouço, os bancos têm papel fundamental, pois oferecem a liquidez necessária para os agentes realizarem gastos. Ao sugerir a criação ativa de moeda por bancos (concessão de empréstimos *ex-ante* depósitos), Keynes inverte a relação causal da poupança para o investimento, afirmando que o investimento não poderia ser restrito por falta de poupança, mas sim por escassez de financiamento. O processo de formação de capital, nesse sentido, possui duas etapas: o *finance*, quando a provisão de moeda permite que a despesa de investimento seja implementada; e o *funding*, quando a poupança criada *ex-post* pelo processo de investimento é utilizada para consolidar dívidas de curto prazo e obrigações de longo prazo (PAULA, 2014, p. 131). Essas relações serão tratadas mais detalhadamente na seção 4.

Indicados os principais argumentos de cada autor para fins deste capítulo, é possível destacar alguns pontos de convergência entre as duas abordagens. Ambos oferecem uma análise cuja fundação se caracteriza por fluxos de renda impulsionados por fatores específicos, seja inovação e crédito para um, ou investimento e financiamento, para outro.² De acordo com Paula (2014), ambos autores rejeitam a dicotomia clássica e concordam que a moeda-crédito desempenha papel fundamental no financiamento da atividade econômica, em especial no financiamento da inovação. Outra interseção importante advém da constatação, em Schumpeter, que inovações são implementadas a partir de decisões de investi-

2. Entretanto, segundo Paula (2014), há diferenças significativas no entendimento de ambos sobre a determinação da taxa de juros e, principalmente do papel da moeda. Esta última, para Keynes, exerce a função de reserva de valor, em função da preferência pela liquidez, dadas as condições de incerteza típicas da economia; para Schumpeter, a moeda está intrinsecamente ligada ao crédito (motivo *finance* para Keynes).

mento das empresas, dependendo do nível de incerteza implícito e da disponibilidade de recursos para financiamento. Em paralelo, para Keynes e sua teoria da demanda efetiva, o investimento (elemento fundamental) depende das expectativas de longo prazo das empresas, conforme a incerteza que permeia o ambiente econômico, a possibilidade de obtenção de liquidez (*finance*) via bancos e a consolidação da dívida via *funding*. É a partir destas interseções teóricas que podemos explorar um sentido mais analítico para o financiamento da inovação sob o contexto da firma e dos instrumentos financeiros existentes para tal fim. A próxima seção analisa, com detalhes, a inter-relação entre esses arcabouços teóricos.

2. MACRO E MICROFUNDAMENTOS DO FINANCIAMENTO AOS INVESTIMENTOS DE LONGO PRAZO

O objetivo desta seção é analisar um arcabouço teórico que relacione a administração de ativos e passivos de agentes econômicos às suas possibilidades de investimento. Tal suporte teórico tem o intuito de fornecer bases para entender como agentes financeiros são capazes de, ao administrar seus ativos e passivos, oferecer o crédito necessário à inovação e, no mesmo sentido, como empresas inovadoras, ao investir em inovação, também se sujeitam a administrar seus balanços ao buscar a combinação ideal entre seus compromissos e suas receitas. Dessa forma, ao estudar as possibilidades que emergem dos planos de administração dos ativos e passivos dos agentes econômicos, será possível avaliar a complexidade do financiamento à inovação, tanto do ponto de vista do sistema financeiro (bancário), quanto da empresa.

2.1 Tomada de decisão, incerteza, expectativas e investimento em Keynes³

Para que a moeda e os mercados façam parte do conjunto teórico em que o gerenciamento de balanços é ponto-chave, é necessário considerar, inicialmente, o funcionamento de uma economia monetária da produção, no sentido proposto por Keynes (1930; 1936), em que a produção depende de incerteza, de tempo histórico e de demanda efetiva, entre outras propriedades (DAVIDSON, 2007). Sob

3. Esta seção é significativamente influenciada por Carvalho (1992), a quem o leitor deve procurar para maior aprofundamento dos argumentos.

essa abordagem, a decisão e a realização do investimento, principal fator de crescimento da economia, são efetuadas sob condições de incerteza, e são irreversíveis.

Segundo Carvalho (1992, p. 55), o processo de decisão de agentes econômicos deve cumprir, para Keynes, dois requisitos: a) ser um processo criativo e não apenas uma reação-padrão (ou adaptação) a um estímulo corrente; e b) ser analisado como passos consistentes e logicamente conectados, com critérios claros de decisão e um método definido para construir sequências de um conjunto de premissas que informem a decisão a ser tomada. Nesse sentido, uma proposição inicial, por mais verdadeira e completa que seja, ainda assim resulta em conclusões apenas prováveis porque a probabilidade é parte de um processo de aprendizagem. É certo que, quanto maior o conjunto de conhecimento assumido como premissa, mais completas e certas serão as conclusões obtidas. Entretanto, sob certas circunstâncias, segundo Carvalho (1992, p. 57), o conhecimento não é capaz de gerar um conjunto suficiente de premissas verdadeiras para sustentar um resultado com certeza, seja porque processos podem ser muito complexos para serem reconstruídos pela imaginação, seja porque a assimilação direta pode se tornar impossível, por exemplo, quando certas premissas em processos sequenciais só poderão ser contempladas no futuro.

Em trabalhos posteriores ao *Treatise on Money* (KEYNES, 1930), a discussão sobre as premissas da tomada de decisão sob a luz do conhecimento verdadeiro foi ampliada por Keynes para o entendimento das expectativas e a fragilidade das informações em meio as quais as expectativas são formadas. O rigor da análise se manteve: se a racionalidade dos métodos de decisão deve ser preservada, e o conjunto de premissas não for completo, a lógica não pode ser aplicada para completá-lo. O tomador de decisão, portanto, deve preencher os vazios, criando premissas adicionais necessárias para aplicação de métodos lógicos a elas (CARVALHO, 1992, p. 59).⁴

Dessa forma, o conhecimento direto (premissas observadas) é capaz de sustentar diferentes resultados, dependendo de como o conjunto de dados necessários é completado por premissas imaginárias. Como algumas destas últimas são apenas hipóteses (relações prováveis ou até mesmo fragmentos da imaginação), os diferentes resultados alcançados passam a ser caracterizados pelo peso dos argumentos, definido como a relação entre quantidade relevante de conhecimento e ignorância. Mais especificamente, os resultados estão embebidos em *incerteza*, definida pelo grau de completeza da informação disponível no momento da

4. Este é o processo criativo e fundamentalmente lógico da tomada de decisão do agente, citado nos parágrafos anteriores.

decisão (LAWSON, 1988 *apud* CARVALHO, 1992, p. 59). A incompleteza de um conjunto de premissas observáveis pode ser um problema sem solução em processos sequenciais, em que o resultado final, para o qual um agente deve atingir certo grau de crença para induzir, depende de premissas que não são separáveis, mas são contemporâneas. Além disso, como é típico de decisões de investimento, algumas das variáveis que funcionam como premissas podem ser influenciadas (mas não necessariamente determinadas) pela própria decisão que o agente deve tomar no presente (por exemplo, tamanho esperado de mercados futuros).

Em um processo de inovação, por exemplo, uma empresa empreendedora (investidora) deve formar expectativas sobre a conduta de outras empresas e de potenciais clientes. Em paralelo, empresas competidoras naturalmente fazem o mesmo. Neste sentido, é logicamente impossível incluir as condutas das empresas quanto à inovação como premissas observadas conjuntamente às premissas que as empresas já conhecem, uma vez que não é possível conceber todos os possíveis resultados gerados pela inovação, tanto no âmbito da firma ou do contexto macroeconômico. As premissas derivadas de condutas prováveis podem, até mesmo, não existir, devendo ser criadas (imaginadas) para que uma sequência lógica seja construída.

Se o tempo histórico⁵ é adicionado a essa abordagem, o número de variáveis desconhecidas aumenta consideravelmente, obrigando o tomador de decisão a preencher cada vez mais espaços com novas premissas, gerando um algoritmo cada vez mais complexo e com um número crescente de sequências prováveis.

Incerteza significa o reconhecimento da impossibilidade de lidar logicamente com tal complexidade [...] onde probabilidades numéricas razoáveis não podem ser obtidas [...] e não é possível limitar o universo de resultados possíveis para distribuir probabilidades entre eles (CARVALHO, 1992, p. 60).

Incerteza, portanto, permeia o processo de tomada de decisão porque a consciência da extensão à qual a ignorância força a imaginação a substituir o conhecimento por hipóteses é a base para estabelecer premissas. Quando é sabido que algumas (ou talvez a maioria) das premissas não são nada menos que fragmentos da imaginação, o peso de argumentos se torna relevante e a incerteza encontra seu lugar. Mesmo sob a égide de insuficiente conhecimento para a tomada de decisão, esta última deve ser realizada, e o empreendedor deve coletar o máximo de conhecimento, mesmo que frágil, para, a partir dele, criar premissas em relação ao com-

5. O tempo histórico é elemento da análise de Keynes, contrapondo-se ao tempo lógico (abstrato) em razão da sua irreversibilidade. Para mais detalhes, ver Arestis (1992).

portamento de seus clientes e competidores sobre mudanças tecnológicas futuras, alterações de preços relativos, etc., e, assim, formar o melhor conjunto lógico para a decisão.

Portanto, a tomada de decisão requer, sob incerteza, repetição de escolhas suficiente para permitir aos agentes observarem e reconhecerem padrões no intuito de compreender fenômenos. Também requer que o grau de complexidade da experiência em si não seja excessivo para que agentes não falhem em entender a natureza do experimento e possam tirar conclusões. É nesse sentido que Keynes indica que a formação de probabilidades para o ato de decisão é um processo de aprendizagem. Estes requerimentos, porém, não são usualmente atendidos no caso do investimento, pois este é realizado a partir de decisões cruciais e, por isso, não repetitivas, com sequências muito complexas para serem assimiladas de antemão, e a partir de experiências passadas que não indicam seguramente direções futuras. O investimento, portanto, como uma decisão crucial para a economia (baseada em sequências complexas e de difícil assimilação), e cujo resultado realizado só pode ser averiguado depois de um longo intervalo de tempo, se baseia em expectativas de longo prazo, que não podem ser verificadas e alteradas em intervalos curtos de tempo.

2.2 Incerteza, acumulação, *finance* e *funding*

Em um ambiente de incerteza, em que a formação de expectativas é crucial para as decisões de produção e investimento, o desejo de manter ativos financeiros com diferentes graus de liquidez (ou a preferência pela liquidez⁶ dos agentes econômicos) se traduz em uma economia que não consegue atingir o pleno emprego, pelo simples fato de a retenção desses ativos privarem a economia do uso pleno de seus fatores de produção (HAYES, 2006).

O investimento é afetado, dessa forma, como um dos componentes da demanda efetiva, pela preferência por liquidez dos agentes econômicos. Mudanças gerais na preferência pela liquidez afetam o gasto em bens de capital novos ou usados, o fluxo de renda derivado desse mercado, e, conseqüentemente, alteram os níveis de depósitos criados. Assim, uma vez que os níveis de crédito bancário limitam fluxos de renda e, conseqüentemente, os níveis de depósitos (passivos) e de requerimentos de reserva dos bancos, qualquer diminuição no volume de depósitos pode interferir, em um efeito feedback, na preferência pela liquidez dos bancos e, posteriormente, alterar o financiamento de futuras decisões de investimento.

6. Sob um ambiente de incerteza, “A preferência pela liquidez é uma potencialidade ou tendência funcional que fixa a quantidade de moeda que o público reterá quando a taxa de juros for dada” (KEYNES, 1936, p. 137-138).

Sob essa perspectiva, o processo de acumulação de capital, de acordo com Keynes (1937), pode ser decomposto em duas partes: 1) os requisitos que envolvem o financiamento a curto prazo necessário (em moeda) durante o período de investimento; e 2) a eventual possibilidade de o empresário alongar sua dívida, transformando obrigações de curto prazo em passivos de prazos mais longos. A compra de um bem de investimento ou a ordem para produzi-lo, portanto, sempre requerem moeda. O financiamento é exatamente a provisão da moeda para este fim, o que Keynes (1937) chamou de *finance*. Uma vez que o *finance* é obtido pelas empresas e as taxas de gastos com investimento se mantêm, a circulação monetária provocada por tal financiamento é, por si só, capaz de fornecer a moeda necessária para novas rodadas de financiamento. Esta circulação monetária foi chamada de *revolving fund* (fundo rotativo) por Keynes (1937). No entanto, se os gastos com investimento aumentam, mais moeda precisa ser criada pelo sistema bancário para dar conta das mudanças nos agregados o que, conseqüentemente, aumenta o fundo rotativo.

De acordo com Carvalho (1997; 2002), o investimento é, em um mundo de incerteza, fundamentalmente descrito por um processo duplo, iniciado pela oferta de *finance* e aumento dos gastos em ativos de capital, em uma ponta, passando pela necessidade de alongamento de prazos de ativos criados cuja liquidez seja mais baixa, o que demanda, na outra ponta, mecanismos de *funding*. A demanda por moeda segundo o motivo *finance*, ligada, portanto, à necessidade de gastos imediatos das firmas com bens de capital (investimentos) no curto prazo, cria ativos para os bancos cujos rendimentos têm perfil de longo prazo, já que a maturação do investimento toma tempo. Tal relação, em sua criação, conflagra a oferta de recursos, pelo agente financeiro, em sua forma mais líquida para investimento, mas os fluxos de pagamentos dos ativos recém-criados têm características de longo prazo, o que demonstra o descasamento de maturidades no balanço do agente fornecedor de crédito. No mesmo sentido, a empresa financiada gera um passivo (de curto prazo) e um fluxo de rendimentos (incertos) do investimento, que são realizados apenas em períodos futuros. Tal condição requer que bancos e firmas procurem ajustar o perfil de seus ativos e passivos, o que significa que instrumentos financeiros devem ser utilizados para equilibrar o fluxo de pagamentos e recebimentos de cada um.

Uma vez que o princípio fundamental da demanda efetiva indica que qualquer ato de despesa é acompanhado por um ato de poupança, uma vez que o financiamento é liberado e os gastos são realizados, parte dos novos pagamentos é feita aos fatores de produção e outra parte é poupada. É dessa poupança que vêm os recursos necessários ao *funding* dos ativos e passivos de bancos e empresas; poupadores que buscam ativos com rendimentos maiores (e menor liquidez) demandam ativos àqueles que procuram estender a maturação de seus ativos e passivos. Com demandas e ofertas atendidas nos mercados financeiros, o investidor original, portanto, estende a maturidade de seus passivos e recebe um fluxo de pagamentos que ajuda a

resolver os pagamentos de sua dívida (e juros) inicial. Dessa forma, em uma economia com setores e agentes diversos, a concessão de financiamento e o *funding* proporcionado são determinados pelo grau de incerteza e seus efeitos sobre a preferência liquidez de cada um desses setores e agentes.

A abordagem utilizada aqui, portanto, salienta a importância da disponibilidade de *finance*, por um lado, e da capacidade de *funding*, por outro. A oferta de moeda-crédito e o bom funcionamento dos canais por onde a poupança pode financiar as dívidas criadas são as duas pontas do processo de formação de capital. Neste sentido, o sistema financeiro, como um conjunto organizado de instituições, mercados, práticas e inter-relações de ordem monetária, é fundamental para que o *finance-funding* seja operacionalizado. Carvalho (1997) sugere que uma economia monetária moderna em expansão exige que o sistema financeiro seja eficiente em duas frentes: 1) fornecimento de uma oferta elástica de financiamento para que a economia se adapte às crescentes perspectivas de investimento; e 2) criação de canais por meio dos quais o *funding* esteja disponível para as despesas de investimento. Esses dois aspectos coexistem sob a égide da preferência pela liquidez do próprio sistema financeiro.

Esta noção também se relaciona com as contribuições de Studart (1995; 2002), para quem o conceito de desenvolvimento financeiro passa pela inclusão mais explícita da efetividade da execução do *finance* e *funding* em um arcabouço minskiano. De acordo com Studart (2002), os descasamentos de maturidade entre ativos podem ser basicamente descritos em um ambiente em que os investidores produtivos, ao se prepararem para assumir riscos em investimentos de longo prazo na esperança de que os retornos futuros gerarão quase-rendas positivas, coexistem com unidades de excedentes individuais (detentores de ativos com vencimentos diferentes e propósitos voltados pelas expectativas de maximização de resultados futuros). Ambos, investidores e indivíduos, lidam com portfólios compostos por um grupo de funções objetivas relacionando ativos e passivos com diferentes níveis de liquidez e retorno. Essa coexistência de agentes faz com que o conceito de desenvolvimento financeiro de Studart (1995) seja, portanto, baseado na funcionalidade do sistema.

nancial system is functional [...] when it expands the use of existing resources in the process of economic development with the minimum possible increase in financial fragility and other imbalances that may halt the process of growth for purely financial reasons. Functionality has two distinctive dimensions: one concerns the stability of the financial system and another is related to the allocation of real resources⁷ (STUDART, 1995, p. 64).

7. [...] um sistema financeiro é funcional quando [...] expande o uso dos recursos existentes no processo de desenvolvimento econômico com o mínimo possível de aumento da fragilidade financeira e outros desequilíbrios que podem interromper o processo de crescimento por razões puramente financeiras. A funcionalidade tem duas dimensões distintas: uma diz respeito à estabilidade do sistema financeiro e a outra à alocação real de recursos (STUDART, 1995, p. 64, tradução nossa).

Pode-se relacionar diretamente a estabilidade do sistema financeiro com o bom funcionamento de suas próprias funcionalidades. Mais especificamente, um sistema estável é caracterizado por reduzidas oscilações (preços e quantidades) na prestação de serviços financeiros sob condições de baixa preferência pela liquidez. Portanto, um sistema financeiro é desenvolvido se é funcional de acordo com a sua capacitação em fornecer *finance* a investidores a taxas adequadas e constantes; também é funcional no sentido de ser capaz de prover, *ex-post*, a alocação adequada da poupança para o *funding* de ativos de longo prazo.

O entendimento dos processos de inovação, de investimento e de financiamento inter-relacionados, a partir do arcabouço discutido acima, pode ser ampliado de forma substancial. A inovação, em suas diferentes formas, vem permeada de incerteza de caráter idiossincrático e, como o investimento das firmas é formado sob expectativas, requer financiamento adequado. À incerteza da inovação se adiciona a incerteza do investimento, criando um ambiente particularmente desafiador para o processo de *finance* e *funding*.

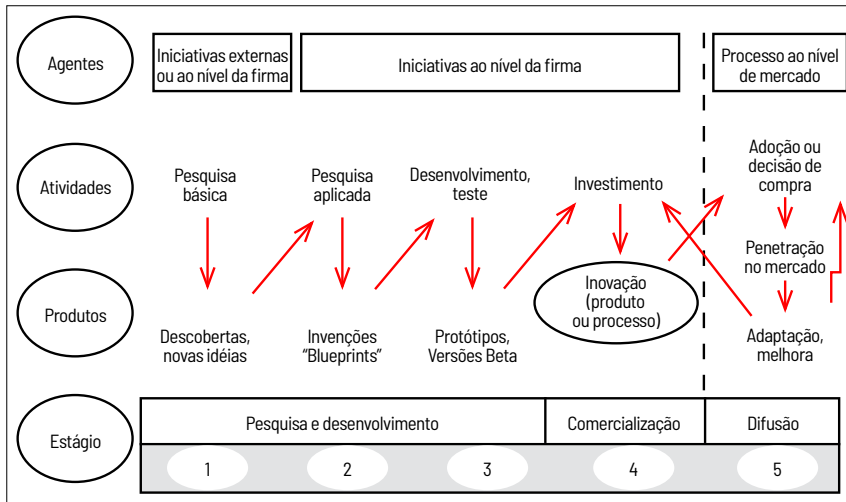
O financiamento da inovação envolve riscos e custos ainda maiores, em geral, que o simples investimento em capital fixo (PAULA, 2014). Por um lado, o sistema financeiro privado pode se tornar relutante em prover *finance* para a inovação, racionando crédito. Mais ainda, o baixo desenvolvimento dos mercados financeiros pode criar obstáculos ao *funding*, reforçando a indisposição do sistema financeiro em emprestar. Para as empresas, a situação é semelhante: uma vez que os obstáculos ao financiamento da inovação ficam claros, a firma inovadora é, muitas vezes, obrigada a buscar canais alternativos, como o autofinanciamento e recursos providos do setor público. As dificuldades não acabam no estágio de financiamento; a dificuldade em alongar suas obrigações financeiras nos mercados (*funding*) pode comprometer a saúde financeira das empresas.

Sob esse contexto, é razoável que as empresas procurem soluções viáveis ao financiamento da inovação. O próximo passo, portanto, é entender os mecanismos que permeiam tais soluções. Em um primeiro momento, na próxima seção, será realizada uma breve exposição de conceitos e características do processo de inovação. Seguindo os argumentos analisados acima, a discussão gira em torno da incerteza envolvida na inovação e as possibilidades de financiamento disponíveis. Será argumentado que o financiamento à inovação possui condições de incerteza relativamente extremas, gerando incapacidade de previsão de retornos e rendimentos para as empresas, dificultando o processo de *finance* e *funding* e, na maioria das vezes, desestimulando (e até mesmo impossibilitando) a participação do sistema bancário formal em tal processo. Identificadas essas barreiras, as empresas são obrigadas a recorrer a outros tipos de financiamento, o que embasa a discussão de *pecking order* para o financiamento à inovação.

2.3 Incerteza, processo de inovação e seu financiamento

O processo de inovação envolve um conjunto de etapas inter-relacionadas. Cada etapa se caracteriza por determinadas atividades, agentes envolvidos, bem como resultados, que são insumos para as etapas subsequentes (Figura 1). No geral, as atividades exigem, como insumos, conhecimentos incorporados ao pessoal técnico, equipamentos especializados e investimento de tempo para utilizar esses recursos. As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), estágios 1, 2 e 3 da Figura 1, abarcam as atividades de: 1) pesquisas básica e aplicada em que se geram ideia, conhecimento ou invenção; e 2) desenvolvimento experimental, quando é testada a viabilidade técnica da invenção. Em seguida, há a etapa de investimento produtivo para subsequente introdução da inovação no mercado. Concomitantemente à comercialização, inicia-se o processo de difusão, abrangendo os processos de adaptação e de melhoria da inovação (inovação incremental).

Figura 1 – Etapas do processo de inovação



Fonte: Adaptado de Greenhalgh e Rogers (2010).

O processo de inovação, por definição, envolve incerteza. Algumas tentativas de inovação alcançam sucesso, proporcionando novos produtos, serviços, processos ou até mesmo empresas. Outras não são bem-sucedidas, por razões técnicas, comerciais ou pela incapacidade de prever os rumos do processo de concorrência. De acordo com Freeman e Soete (2008, p. 415), “o que pode ser reconhecido *ex-post* nem sempre pode ser controlado ou iniciado *ex-ante*”, tendo em vista que muitas das variáveis envolvidas não são fáceis de manipular. Em suma, os resultados não podem ser previstos perfeitamente a partir dos insumos.

Dosi e Egidi (1991) acrescentam ainda outra dimensão à incerteza no processo de inovação, que é a ausência de conhecimento para resolver os problemas, de forma que a incerteza no processo inovativo não se restringe somente à ausência de informação relevante sobre a ocorrência de eventos conhecidos, mas envolve também limitações da capacidade computacional e cognitiva do agente para solucionar os problemas.⁸ Mesmo que a informação esteja disponível, o indivíduo apresenta limitações para reconhecer e interpretar a informação relevante (o que denominam de incompletude de conhecimento - *knowledge*).

Freeman e Soete (2008) descrevem os diversos tipos de incerteza envolvidos no processo inovativo: a incerteza técnica, a incerteza de mercado e a incerteza geral da economia que pode, em alguns casos, ser descrita como a incerteza do negócio. As incertezas técnica e de mercado são específicas ao projeto de inovação e não podem ser descontadas, eliminadas nem consideradas como de risco calculável. Particularmente, as incertezas técnicas se referem ao grau em que a inovação satisfaz vários critérios técnicos, sem aumento dos custos de desenvolvimento, de produção ou de funcionamento. Portanto, as incertezas técnicas podem ser muito reduzidas nos estágios de desenvolvimento experimental e dos testes de produção (Figura 1).

Por outro lado, a incerteza de mercado está relacionada à possibilidade de que a inovação não alcance sucesso no mercado. Ela se inicia na fase de comercialização, e pode ter distintas causas relacionadas à demanda (comportamento dos consumidores), à competição (imitação) e ao tempo de entrada e de difusão (JIANG; WANG, 2007). A incerteza do negócio, por sua vez, está presente em todos os investimentos que envolvem resultados futuros. No processo de inovação, esta incerteza adquire especial importância, tendo em vista que os investimentos requerem um longo período de maturação.

Freeman e Soete (2008), por sua vez, classificam a incerteza em distintos graus de acordo com os tipos de inovação, conforme descrito no Quadro 1. A incerteza está presente nos diversos processos de inovação, variando conforme o tamanho da empresa, sua capacidade de P&D e os ativos que possui nos mercados. Quanto maior o nível de incerteza, maior é a incapacidade de financiamento externo, problema que é exacerbado para empresas de menor porte. Mesmo para as inovações com níveis de incerteza mais baixos, os autores destacam que apenas uma pequena proporção da atividade de P&D é financiada diretamente pelo mercado de capitais. O financiamento do processo inovativo é realizado, primordialmente, por meio da reinversão de lucros da própria empresa.

8. Tal argumento se aproxima impreterivelmente à discussão de Keynes a respeito da tomada de decisão sob condições de incerteza.

Quadro 1 – Diferentes graus de incerteza das atividades inovativas

1	Incerteza real	Invenção fundamental e pesquisa
2	Incerteza muito alta	Inovação radical de produto Inovação radical de processo realizada fora da empresa
3	Incerteza alta	Inovação relevante de produto Inovação radical de processo na própria empresa
4	Incerteza moderada	Nova geração de produto existente
5	Incerteza baixa	Inovação licenciada Imitação de inovação de produto Modificação em produto e processo Adoção precoce de processo já existente
6	Incerteza muito baixa	Novo modelo Diferenciação de produto Implementação de uma nova função para produto já existente Adoção tardia de processo já existente Pequeno melhoramento técnico

Fonte: Freeman e Soete (2008, p. 244, tradução nossa).

Freeman e Soete (2008) ainda reforçam que, em vista da incerteza presente no processo de inovação, a maioria das empresas não possui incentivos para empreender inovações radicais, concentrando seus esforços de P&D em inovações defensivas ou imitativas, na diferenciação de produto e em inovação de processo, lidando, portanto, com níveis mais baixos de incerteza. Ademais, cabe destacar que inovação de produto envolve a incerteza técnica e a de mercado, ao passo que a inovação de processo, que ocorre dentro da empresa, envolve apenas a incerteza técnica.

O financiamento à inovação, portanto, encontra-se permeado de incertezas que envolvem não apenas o próprio processo, mas também a incerteza do ambiente econômico e dos negócios. Suscetível a esse panorama, o sistema financeiro (particularmente o sistema bancário) encontra desincentivos em termos de disponibilidade de *finance* e obtenção do *funding*, comprometendo o investimento envolvido na inovação. Por um lado, a disponibilização dos recursos pelo sistema financeiro para dar início ao empreendimento esbarra nas condições perenes da inovação, uma vez que, em muitos processos de inovação, não há ainda produto acabado nem plano de produção realizável. Soma-se à incerteza de tal processo a incapacidade da empresa em prover as garantias exigidas pelo sistema financeiro, em especial as empresas de pequeno porte, gerando obstáculos para provisão do *finance*. Por outro lado, mesmo que o sistema financeiro forneça, as próprias incertezas envolvidas afastam a possibilidade de um fluxo de pagamentos que gere poupança necessária para realizar o *funding*: não só as

dificuldades para o desenvolvimento de processos e produtos, mas as próprias incertezas quanto ao fluxo de rendimentos esperados, não geram as condições esperadas para que a maturidade dos ativos e passivos financeiros criados ao longo do processo seja alongada. Dessa forma, o financiamento à inovação, além dos empecilhos característicos do próprio processo, encontra dificuldades com respeito à complementaridade do circuito *finance*-investimento-poupança-*funding*.

As dificuldades encontradas pelas empresas inovadoras no mercado de crédito suscitam a adoção de canais alternativos para financiamento. Sau (2007) indica que estudos sobre restrições às decisões de investimentos têm seu ponto inicial nos anos 1950, mas é apenas a partir da década de 1980 que a relevância da estrutura financeira para as decisões reais é considerada (GERTLER, 1988). Na esteira dos desenvolvimentos da economia da informação, abriu-se caminho para contribuições que argumentavam acerca da substitutibilidade imperfeita de fontes de financiamento (fontes próprias, crédito bancário, emissão de títulos e ações), apontando para a existência de uma hierarquia entre essas diversas fontes (MYERS; MAJLUF, 1984; FAZZARI; HUBBARD; PETERSEN, 1988).

Em sua forma mais tradicional, a hierarquia de fontes de financiamento prevê a preeminência de fontes internas às empresas (via fluxos de caixa) sobre as fontes externas, já que seu uso não engloba custos de agenciamento derivados de conjuntos de informações assimétricas (no limite, inexistentes) entre administradores e empreendedores ou investidores e financiadores (SAU, 2007). Os custos de obter financiamento bancário externo ou emissão de ações e títulos, para a empresa, envolvem considerar que a produtividade marginal de seu capital englobe não apenas a taxa de juros do mercado, mas também um prêmio sobre as incertezas, os custos associados com a depreciação e outros custos marginais de ajustamento existentes. Sob um ambiente de elevada incerteza, o financiamento da inovação implica parâmetros relativamente exigentes para o prêmio de liquidez, mesmo porque as condições dos custos estão sujeitas a revisões constantes. Dessa forma, faz sentido que as fontes externas sejam preteridas ao financiamento próprio, já que este último deve apenas ser equiparado às taxas de juros do mercado monetário (HALL, 2002).

Ainda na diferenciação entre crédito bancário e emissão de títulos, prefere-se o primeiro, segundo a abordagem da hierarquia de fontes de financiamento,⁹ pois bancos realizam levantamentos e monitoramentos de informações sobre o tomador, o que reduz os custos de informação. Além disso, devido ao levantamento dessas informações, a empresa que obtém financiamento no sistema bancário tem seu valor de mercado aumentado, já que passa pelo crivo dos bancos (JAMES, 1987; DE JONG; VELD, 2001). A emissão de ações e/ou títulos teria

efeito contrário, pois é percebida por investidores-financistas como um sinal de que a empresa está sobrevalorizada (ou mesmo que a firma é incapaz de obter financiamento por outras vias). A emissão de títulos e ações também envolve outros custos diretos (classificação dos títulos, publicidade, certificação e colocação nos mercados), tornando-os a fonte de financiamento mais cara.

São várias as características que tornam impossíveis quantificações *ex-ante* dos custos e da lucratividade potencial, dificultando o financiamento externo (ARROW, 1962) e a existência de mecanismos de ajuste de mercados adequados (GUINET, 1995). Os investimentos em atividades inovativas são caracterizados, por exemplo: 1) pela produção de ativos intangíveis de difícil mensuração (NAKAMURA, 1999); 2) pela indivisibilidade do conhecimento; 3) pela dificuldade de apropriação privada dos benefícios; 4) pela elevada assimetria de informação entre o ofertante de crédito e o demandante (CHRISTENSEN, 1992). Em relação aos investimentos em P&D, pode-se acrescentar que mais de 50% dos gastos são destinados a salários de cientistas e engenheiros.¹⁰ Estes cientistas criam ativos intangíveis, baseados em conhecimentos tácitos, que se perdem se eles deixam a empresa ou são demitidos (HALL; LERNER, 2010).

Essas características parecem influenciar a atitude em relação ao risco, a preferência de investimentos e o critério de seleção das fontes de financiamento acessíveis às empresas inovadoras. As micro e pequenas empresas dificilmente têm recursos para o financiamento próprio, de forma que a provisão de financiamento externo é importante, principalmente para as de setores em rápido crescimento (ARTHUR, 1996). Nas pequenas empresas de base tecnológica, em que os ativos intangíveis - como conhecimento e capacidades técnicas - são consideráveis, os problemas de financiamento são agravados (CARNEY; GEDAJLOVIC, 2000).

3. INOVAÇÃO, INCERTEZA E INSTRUMENTOS DE FINANCIAMENTO

Em geral, a partir da discussão anterior, é perceptível que tanto o processo de inovação quanto as decisões de investimento estão sujeitos a diferentes padrões

9. A abordagem de hierarquias de financiamento é limitada em vários aspectos, mas em especial em seu tratamento da incerteza. A estrutura teórica desenvolve a hierarquia sobre a concepção de informações assimétricas ou distanciamento da estrutura de informações completas nos mercados, ignorando incerteza em seu sentido mais radical, tão cara à tradição de Keynes e Schumpeter. O financiamento com recursos próprios é, sob um contexto de informação assimétrica, o de menor custo para a empresa e, doravante, o preferido na cadeia de fontes disponíveis.

10. Os salários são pouco recuperáveis no caso de eventuais falhas.

de incerteza. Esse fator é, portanto, fundamental na discussão da adequação dos instrumentos de financiamento disponibilizados pelo sistema financeiro para as empresas. Seja em razão do autofinanciamento, seja por crédito bancário ou outros instrumentos de mercados de capitais, os argumentos discutidos neste capítulo caminham para a constatação de que cada tipo de instrumento financeiro deve se adaptar especificamente a uma forma particular de inovação. Esse tipo de abordagem auxilia significativamente a discussão do tema do financiamento à inovação, pois evita generalizações excessivas sobre financiamentos mais ou menos desejados e, ainda, auxilia no planejamento de ações que visem ao melhoramento das capacitações de financiamento para inovação.

Um aspecto crucial a essa discussão é que distintas etapas do processo de inovação requerem diferentes comprometimentos financeiros, além de possuírem diferentes graus de risco (PETRELLA, 2001), em vista do investimento necessário e da incerteza presente, por ser um processo que requer um fluxo contínuo de recursos para cada uma das etapas descritas (Figura 1). Por exemplo, durante a fase embrionária (*seed*, estágios 1 e 2 da Figura 1) o grau de risco relativo à falha do processo inovativo é alto, apesar de os requerimentos financeiros serem modestos (gastos envolvem avaliação das chances de sucesso e dos expedientes econômicos do plano de investimento). Já na fase em que o processo de inovação se inicia (*start-up*, estágio 3), há ainda grandes riscos de sucesso, mas agora maiores volumes de recursos são necessários para criar protótipos e para cobrir custos de marketing (SAU, 2007). A incerteza técnica diminui à medida que o produto se aproxima da etapa de comercialização, bem como quando se reduzem os investimentos intangíveis.

Dessa forma, na fase inicial do desenvolvimento de um projeto (*seed* e *start-up* estágios 4 e 5 da Figura 1), em que a incerteza é alta, em geral os investimentos tendem a ser financiados com recursos internos das empresas, já que elas não estão estruturadas para gerar fluxos de caixa suficientes para garantir pagamentos futuros de seus passivos. Em vista disso, deveriam contar com suporte ocasional do governo na forma de subsídios ou de incentivos fiscais. Nessa fase inicial, é grande também a dificuldade em avaliar os prospectos das empresas inovadoras, por elas não oferecerem históricos consistentes que possam reduzir os problemas de informação e a incerteza, o que aumenta os custos de intermediação e dificultam o acesso ao financiamento. Por outro lado, as falhas no conjunto de informações poderiam ser mitigadas, caso as empresas inovadoras disponibilizassem todas as informações sobre o projeto de investimento da inovação para o investidor-financiador. O problema é o risco da empresa perder sua vantagem competitiva frente a competidores, uma vez que o projeto perderia valor ao circular entre *outsiders* (ANTON; YAO, 2002). Por sua vez, o financiamento externo

é, geralmente, concentrado na fase final do ciclo, quando a incerteza já se reduziu a níveis aceitáveis.

O Quadro 2 apresenta as fases de desenvolvimento das empresas inovadoras e suas necessidades de financiamento.

Quadro 2 – Estágios de desenvolvimento da empresa inovadora

Estágios	Características	Análise Financeira	Instrumento Financeiro
Semente/ P&D (Incerteza muito alta)	<ul style="list-style-type: none"> • Concentram seus esforços no desenvolvimento da tecnologia, realização de prova de conceito e desenvolvimento dos primeiros protótipos; • Realizam algumas pesquisas preliminares sobre o mercado; • Possuem poucos recursos, além da dedicação dos próprios pesquisadores/fundadores; • Não possuem instalações formais, as atividades são realizadas no laboratório ou na residência de seus fundadores; • Não possuem equipe gerencial; • Apresentam elevado grau de risco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Receita zero; • Fluxo de caixa negativo; • Sem garantias formais; • Elevadíssimo risco; • Finance e Funding comprometidos ou inexistentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamento de base pessoal ou terceiros; • Financiamento público: não reembolsável, agências de fomento.
Start-up (Incerteza alta)	<ul style="list-style-type: none"> • Começam a experimentar o mercado vivenciando baixo faturamento, instalações modestas, e equipe dirigente inexperiente; • Não possuem garantias reais para levantar empréstimo; • Necessitam de capital para financiar o desenvolvimento dos produtos, ampliar a infraestrutura e contratar mão de obra qualificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Receita baixa e oscilante; • Fluxo de caixa negativo; • Elevado risco; • Sem garantias formais; • Finance e funding se tornam relativamente possíveis, mas ainda inviáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinanciamento; • Financiamento público: possibilidade de reembolso, agências de fomento e bancos de desenvolvimento; • Mercado de crédito informal.

<p>Crescimento</p> <p>(Incerteza moderada)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Operam com boas perspectivas de ganhos para os investidores; • Começam a experimentar a minimização dos riscos e das incertezas associados ao negócio; • Vivenciam o crescimento da demanda e da complexidade das operações; • Tornam-se lucrativas, mas com recursos abaixo das necessidades para financiar o desenvolvimento de novas tecnologias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atinge ponto de equilíbrio operacional; • Receitas em crescimento; • Maiores garantias; • Risco moderado; • Finance viável, mas condições variam; • Funding é mais viável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinanciamento; • Mercado formal de crédito; • Mercado de capitais possível: fundos de investimento (VC).
<p>Crescimento Sustentável</p> <p>(Incerteza baixa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Possuem recursos disponíveis para financiar quase todas as demandas existentes; • Possuem reputação e garantias reais para oferecer, o que facilita o acesso aos financiamentos de longo prazo; • Tornam-se atraentes ao público e com potencial para ofertar suas ações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Receitas em crescimento; • Fluxo de caixa positivo; • Pagamento de dividendos; • Risco baixo; • Garantias; • Finance e funding amplamente viáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinanciamento; • Mercado de capitais: emissão de títulos; • Mercado formal de crédito: setor privado.

Fonte: Adaptado de Roberts (1991).

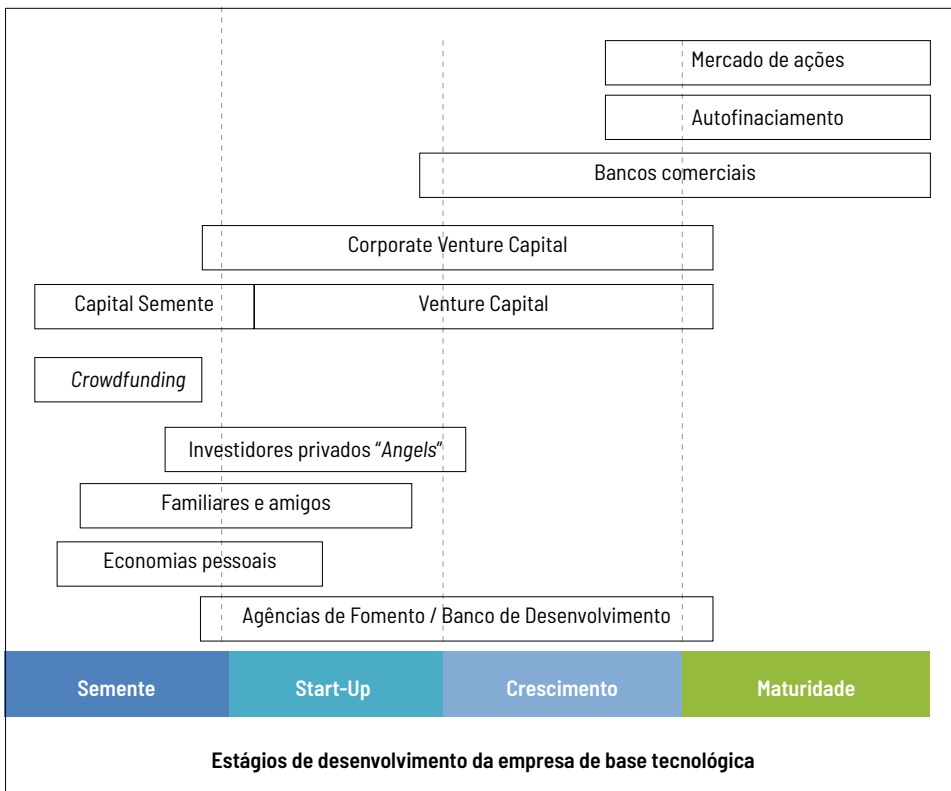
Conforme visto no Quadro 2, em cada estágio de desenvolvimento (*seed*, *startup*, crescimento e crescimento sustentável), as empresas inovadoras apresentam características e demandas distintas por recursos financeiros. Observa-se que, à medida que a empresa se desenvolve, as necessidades de recursos financeiros também aumentam. Por sua vez, os riscos associados e o retorno esperado pelos investidores tendem a diminuir.

Em geral, as empresas devem ser capazes de gerar renda da qual certa parte possa ser imobilizada para amortizar a dívida. As empresas também devem ser capazes de usar ativos imateriais (patentes, *copyrights*, etc.) e/ou outros ativos próprios, os quais agregam maiores riscos aos potenciais financiadores (HALL, 2002). Ativos imateriais não proporcionam garantias internas que bancos costumam exigir; por outro lado, ativos próprios como garantia reduzem a liquidez das firmas, o que aumenta os custos do financiamento. Dadas essas qualificações, as dificuldades ficam claras na primeira fase do circuito *finance-funding*, ou seja, na oferta de *finance* por instituições financeiras, gerando escassez de financiamento e levando empresas inovadoras a procurarem outros

canais de financiamento, muitos deles públicos.

A Figura 2, adaptada de Roberts (1991), apresenta um mapeamento sobre as preferências das fontes de capital em relação à evolução dos estágios de desenvolvimento das empresas inovadoras. A proposta original do autor foi ampliada para contemplar as agências de fomento/bancos de desenvolvimento, o autofinanciamento e o *crowdfunding*. Verifica-se que as empresas que se encontram nas fases de crescimento e, sendo ele sustentável, têm acesso a um volume maior de oferta de crédito do que aquelas que se encontram na fase de semente e *startup*. Dentre as razões para essa distorção, pode-se apontar que os ativos oferecidos por uma empresa em estágio semente ou *startup* têm baixo valor como colateral, as receitas são baixas (ou zero) e o fluxo de caixa é negativo. Logo, esse tipo de empresa não é atrativo para as fontes convencionais, como os bancos comerciais, e tampouco se enquadram nos padrões exigidos para realização de *Initial Public Offering* (IPO).¹¹

Figura 2 – Preferências primárias das fontes de financiamento à inovação



Fonte: Adaptado de Roberts (1991, p. 155).

11. Oferta pública inicial de ações de uma empresa no mercado acionário.

A Figura 2, portanto, exhibe os principais instrumentos e/ou agentes financeiros disponíveis para empresas em diferentes estágios de desenvolvimento, considerando o grau de inovação de cada estágio e os níveis de incerteza envolvidos nos processos (em consonância com o Quadro 2). Abaixo segue uma breve descrição desses meios de financiamento:

a) **Economia pessoal e/ou aporte de familiares e amigos:** é a primeira fonte de financiamento acessível às empresas nascentes. Apesar de ser um recurso de captação mais direta sob condições de alta incerteza, o montante ofertado não é, em geral, capaz de financiar os altos custos da atividade de P&D, de contratação de mão de obra qualificada e de infraestrutura. Ademais, as condições postas para esta fonte de financiamento podem ser caracterizadas por custos de oportunidade altos que tendem a refletir em preços (juros) mais elevados;

b) **Anjos:** são agentes com grandes riquezas pessoais interessados em investir em negócios promissores. Em geral, eles são movidos por motivações não puramente financeiras, esmerando-se em objetivos como descobrimento de novos nichos de mercado, posicionamento de marca e liderança setorial. Apesar de investirem em troca de participação societária, têm pouca interferência no gerenciamento do negócio. Os financiamentos derivados de anjos, em montantes relativamente baixos frente a outros tipos de investimento, tendem a incorporar maior risco uma vez que, com maior grau de incerteza, são também maiores as oportunidades derivadas do investimento e a possibilidade de ganhos relativamente mais elevados, sejam pela possibilidade de novos posicionamentos em mercados existentes, liderança em mercados ou produtos novos ou mesmo conquista de novos mercados;

c) **Crowdfunding:** é a fonte de financiamento que permite a indivíduos ou empresas financiarem seus projetos por meio de doações coletivas em uma plataforma online. Os investidores (doadores) usualmente não recebem retorno financeiro ou participação societária; em alguns casos, entretanto, recebem protótipos ou mesmo produtos desenvolvidos pela recém-criada empresa, assim como outros tipos de recompensa. Tal modalidade de financiamento usualmente não é capaz de formar um grande *pooling* de recursos, direcionando-se a projetos de alta incerteza; mas como os retornos esperados não são os convencionais, podem beneficiar projetos ainda em estágio muito inicial;

d) **Capital semente:** é o capital disponível para o financiamento dos esforços de P&D de empresas nascentes. Usualmente envolve instituições financeiras formalizadas (por exemplo, *fundos*) com portfólios diversificados, que investem montantes relativamente maiores do que em investimentos do tipo anjo, estipulando contratos que mitiguem a incerteza dos projetos mediante a imposição de metas (estágios) de desenvolvimento do produto, muitas vezes condicionando a

liberação dos recursos. Usualmente também envolve retornos na forma de participação societária;

e) **Venture capital:** em geral, os *venture capitalists* são agentes financeiros que não apenas fazem aporte de capital em novas empresas em troca de participação societária, mas incluem também orientação gerencial, administrativa e financeira às empresas investidas, participando ativamente da gestão da firma. Essa prática visa maior controle do empreendimento, promovendo maior efetividade e eficácia dos planos de negócios, o que tende a reduzir as incertezas envolvidas no projeto. Entretanto, investimentos do tipo Venture capital são usualmente direcionados a empresas com alto potencial de retorno, já que a participação no gerenciamento eleva os custos da transação;

f) **Corporate venture capital:** diferentemente do venture capital, a versão *corporate* é um esforço empreendido por grandes empresas para monitorar e articular aquisições de novas empresas em áreas relacionadas às suas bases tecnológicas. Em geral, esse tipo de investimento é organizado como uma unidade separada ou parte do departamento de P&D da empresa, o que se configura como uma forma de externalizar as incertezas envolvidas nos esforços de inovação;

g) **Bancos comerciais:** têm papel ativo no fornecimento de capital para as empresas, pois operam sob economias de escala (altos volumes de recursos) e escopo (diversificação de serviços) e administram grandes conjuntos de informações sobre credores e devedores. Porém, devido às restrições nas captações de recursos (*fund-ing*), tanto estruturais quanto regulatórias e a diversidade de formas de aplicação, os bancos tendem a priorizar ativos de baixo risco, em geral com contrapartidas na forma de garantias aos empréstimos bancários concedidos, evitando projetos de investimento com alto grau de incerteza;

h) **Agências de fomento e bancos de desenvolvimento:** têm um papel ativo no financiamento da atividade inovadora, especialmente no financiamento da ciência básica, P&D. Esses agentes financeiros contam com fontes de *fund-ing* mais baratas, o que permite maior capacidade de alongamento de seus passivos e, portanto, *finance* que pode ser direcionado a atividades de retorno mais incerto. Dessa forma, por meio de suas agências de fomento e de bancos de desenvolvimento, o Estado é capaz de arcar com projetos de maior risco e menor rentabilidade, favorecendo a canalização de recursos para pesquisadores e empresas financiarem as atividades de P&D;

i) **Autofinanciamento (lucros retidos):** é o financiamento da inovação a partir dos lucros retidos e acumulados com a atividade produtiva. Uma vez que a empresa resolve aplicar seus próprios recursos, ela evita lidar com os custos da intermediação e de agência, assumindo plenamente o risco do projeto, o que requer que as empresas estejam em estágios mais avançados de desenvolvimento;

j) **Mercado acionário:** é uma fonte de financiamento complementar aos lu-

cross retidos. Geralmente, a cessão de ações possibilita às empresas a liquidez necessária para financiar tanto projetos de P&D quanto de expansão. É uma fonte acessível apenas às empresas que conseguem cumprir os requisitos para listagem na bolsa de valores.

Apesar de o Quadro 2 e a Figura 2 cobrirem uma tendência de alocação de recursos observada entre as fontes de financiamento acessíveis à inovação, cabe ressaltar que as fronteiras entre cada uma dessas fontes não são bem delimitadas, isto é, uma fonte que tem preferência primária por empresas de um determinado estágio de desenvolvimento também pode financiar empresas de outros estágios.

A próxima seção discorre sobre o venture capital que dentre as alternativas acima mencionadas é considerado um dos instrumentos financeiros mais promissores.

3.1 Venture capital como instrumento de financiamento à inovação

Baseado na ideia do *private equity* (financiamentos privados em títulos para empresas não cotadas em mercados), o VC, segundo a Associação Europeia de Venture Capital, é uma forma de intermediação da coleta de financiamento de um grupo de investidores (bancos, fundos de pensão, companhias de seguro e fundações) para investimento em empresas recentemente instituídas e altamente inovadoras (SAU, 2007).

A indústria de VC é um conjunto de organizações financeiras profissionais especializadas no aporte de capital, por meio da compra de uma participação acionária, em empresas nascentes e emergentes, não cotadas em bolsas de valores. Essa definição exclui, portanto, as organizações de *private equity* (PE), especializadas no aporte de capital em grandes empresas já estabelecidas no mercado. Graças ao sucesso de investimentos em empresas como a Amazon, Google e Facebook (só para citar algumas), as organizações de VC se tornaram sinônimo de fonte de capital para financiamento de empreendimentos de base tecnológica com alto potencial de crescimento. Essa mística foi construída a partir da atuação da indústria de VC nos Estados Unidos, especialmente a partir dos investimentos bem-sucedidos de renomadas organizações como a Sequoia Capital e a Kleiner, Perkins, Caufield & Byers.

Outras formas de financiamento que utilizam arranjo (coleta de recursos de investidores para o financiamento de empresas recentemente instituídas), como o investimento por fontes informais (agiotas) ou aqueles obtidos de parentes e amigos, também são do tipo *private equity*, mas não possuem um mercado privado organizado. Por um lado, por possuir um mercado organizado, o VC re-

solve problemas de *funding* no circuito de investimento; fica mais fácil investidores-financiadores conseguirem renegociar títulos e alongar a maturidade de seus balanços em mercados financeiros organizados. O melhor funcionamento do *funding* se dá pelo fato do *venture-capitalist* participar (ou estar a par) do levantamento de informações (*screening*) sobre a empresa, processo que envolve um intermediário com competência técnica específica e que, portanto, reduz e qualifica o número de projetos selecionados, reduzindo incertezas envolvidas no processo. Tal função de avaliação se estende ao monitoramento das empresas inovadoras pelo *venture-capitalist*, o que, de acordo com sua credibilidade e atuação, estende-se à função de produção de informação: gerenciamento, organização, marketing e, em alguns casos, decisões estratégicas.

O VC, portanto, teoricamente atuaria como mitigador de problemas de *finance* e *funding* no processo de investimento em atividades inovadoras. Ao estar diretamente envolvido nas atividades de gerenciamento do processo, o VC reduz custos de informação que comprometem os custos de financiamento para as empresas inovadoras e provê um instrumento financeiro com maior liquidez em mercados organizados, facilitando, dessa forma, o *funding* requerido. Por outro lado, ao se apoderar do gerenciamento do processo de financiamento da empresa, o VC passa a fazer parte integral das decisões e do gerenciamento do dia a dia das empresas, com força para mudar rumos do processo de inovação e, portanto, causar conflitos entre o inovador e o financiador. Segundo Black e Gilson (1998), a perda de controle é apenas temporária, já que, se o rumo do processo de inovação for seguido (Quadro 1) e a empresa se tornar pública (IPO), o inovador pode retomar controle sobre sua criação por possuir maior número de ações.

Por todas essas características, a indústria de VC, em especial a norte-americana, passou a ser vista como um importante agente da inovação, capaz de canalizar recursos financeiros e servir como guia para empresas nascentes e emergentes de base tecnológica. Entretanto, apesar da capacidade promissora dos fundos de VC em termos de financiamento da inovação, sua realidade é ainda bastante distante de sua concepção teórica.

As organizações de VC norte-americanas têm contribuído para o financiamento de inúmeras empresas de tecnologia. Entretanto, contrariamente à crença popular, os dados extraídos da indústria de VC nos EUA apontam que estas organizações ainda possuem um papel relativamente pequeno no financiamento dos estágios iniciais do processo de inovação (P&D). Essas organizações tendem a alocar seus recursos quando as empresas começam a comercializar os resultados de suas atividades de P&D. Entre 1985 e 2012, as organizações de VC investiram cerca de US\$ 535 bilhões, sendo que 4,88% desse total foram direcionados para o estágio *semente/start-up*, 22,14% para o estágio *early stage*, 45,94% para o estágio *crecimento*

e 27,03% para o estágio *crescimento sustentável (later stage)* (LEONEL, 2014).

As VCs também possuem uma clara tendência de concentrar seus investimentos em poucos segmentos industriais, particularmente naqueles com rápido crescimento. Entre 2000 e 2012, os investimentos das organizações de VC se concentraram em cinco segmentos industriais/tecnologias: biofarmacêutica, serviços de suporte para negócios, comunicação e rede de comunicação, equipamentos e dispositivos médicos, e software (LEONEL, 2014). Portanto, é possível inferir que VCs concentram investimentos, em geral, em segmentos industriais que apresentam altas taxas de crescimento e tecnologias que levam pouco tempo para se transformarem em produtos/serviços bem-sucedidos e em empresas que oferecem uma saída via IPO ou venda estratégica.

Por fim, ainda há necessidade de compreender melhor as funções de gerenciamento realizadas pelas VCs frente às empresas. Supõe-se que as organizações de VC adicionam valor às suas empresas investidas, oferecendo mais do que dinheiro. Entretanto, não existem dados confiáveis que atestem a real capacidade das organizações de VC de adicionar valor às empresas investidas e alguns agentes da indústria afirmam que a capacidade e a qualidade dos conselhos oferecidos pelas organizações de VC variam bastante (LEONEL, 2014). Outra característica da indústria de VC que não pode ser ignorada é a significativa volatilidade à qual as suas operações estão sujeitas. As altas flutuações na captação de recursos financeiros pelas organizações de VC indicam que elas convivem com restrições significativas e estão sujeitas às oscilações do mercado financeiro que, por sua vez, está exposto a especulações e irracionalidade. Investimentos em inovação, de perfil incerto e longo prazo, não tendem a combinar com volatilidade em mercados financeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme sugerido por Mary O'Sullivan no *Oxford Handbook of Innovation*, “*intellectual exchange between evolutionary economists and financial economists seems a better route to an improved understanding of the relationship between finance and innovation*”¹² (O'SULLIVAN, 2006, p. 241). O presente capítulo foi um esforço neste sentido, ao buscar alinhar o arcabouço teórico de Keynes e Schumpeter e, a partir de suas similaridades e complementariedades, oferecer argumentos para a discussão do financiamento da inovação. Com base na discussão de incerteza e da tomada de decisão, tanto o investimento para Keynes quanto a inovação para Schumpeter são os motores do crescimento e do desenvolvimento econômico, tendo o sistema financeiro e o crédito como primordiais. Se, por um

lado, a decisão de investimento se reveste em incerteza, no caso do investimento em inovação, soma-se a incerteza do próprio processo, fazendo-se necessário alinhar essas perspectivas e tratar o financiamento de forma específica ao grau de incerteza que permeia as decisões.

Ademais é preciso adequar as necessidades de financiamento aos estágios de desenvolvimento das firmas, alinhando os distintos níveis de incerteza e respectivos montantes financeiros requeridos. Distintos instrumentos financeiros existem e têm sido criados para lidar com a problemática do financiamento à inovação, sendo alguns específicos a estágios de desenvolvimento das empresas. Contudo, arranjos público-privados mais simbióticos são necessários no financiamento à inovação, em vista do montante expressivo de recursos que precisam ser mobilizados.

Esta agenda de pesquisa precisa avançar na integração das perspectivas micro, meso e macroeconômica. A integração entre as abordagens neo-schumpeteriana e pós-keynesiana para a discussão do financiamento da inovação é promissora (DABIC; CVIJANOVIC, 2011). Outra possibilidade de integração é no âmbito das Políticas articulando a Política de Inovação com a Política Financeira (MAZZUCATO, 2013). Esta articulação tem o potencial de colaborar não apenas para o entendimento das características de agentes e instrumentos financeiros adequados à inovação, mas também tem a possibilidade de fomentar discussões que embasem a geração de novos instrumentos financeiros não somente promotores da inovação, mas propulsores do desenvolvimento equilibrado, da sustentabilidade e resilientes às instabilidades dos mercados financeiros. O avanço na discussão entre tipos de instrumentos financeiros, agentes e grau de incerteza, seja em termos teóricos ou com o levantamento de evidências empíricas, é fundamental para que o financiamento, seja público ou privado, cumpra papel ainda mais importante nos processos de inovação.

12. “o intercâmbio intelectual entre economistas evolucionistas e economistas financeiros parece ser o melhor caminho para uma melhor compreensão da relação entre finanças e inovação” (O’SULLIVAN, 2006, p. 241, tradução nossa).

PARTE

3

Inovação e Desenvolvimento

Sistemas de Inovação e Desenvolvimento

Marina Szapiro
Marcelo Gerson Pessoa de Matos
José Eduardo Cassiolato

INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a evolução do entendimento sobre o processo de inovação a partir da introdução na literatura das ideias de Schumpeter até o desenvolvimento da abordagem de sistema de inovação. Além disso, o capítulo discute as conexões entre a literatura de sistemas de inovação e a literatura que aborda o tema do desenvolvimento.

A noção de desenvolvimento utilizada é caracterizada por profundas mudanças estruturais de longo prazo na economia, geradas a partir de descontinuidades tecnológicas e rupturas com padrões estabelecidos (CASSIOLATO; LASTRES, 2005b). Tais descontinuidades afetam e são afetadas pela estrutura produtiva, social, política e institucional de cada nação, sendo que cada uma apresenta suas especificidades. O processo de desenvolvimento não é linear nem sequencial, envolvendo, portanto, especificidades locais em diversas dimensões: política, econômica, histórica e cultural. A visão de desenvolvimento analisada neste capítulo pressupõe que cada país tem um caminho único de desenvolvimento, considerando o seu contexto nacional específico, além disso a definição de políticas adequadas à promoção do desenvolvimento deve levar em consideração a história e as características sociais, políticas, produtivas e institucionais locais.

Este capítulo contém três seções, além desta introdução e das considerações finais. Na seção 2 apresenta-se a evolução do conceito de inovação, partindo das ideias de Schumpeter, passando pelo modelo linear de inovação até chegar ao desenvolvimento do conceito de inovação. Na subseção 2.1 são apresentados os principais estudos empíricos desenvolvidos nas décadas de 1970 e 1980 que

contribuíram para superação do modelo linear de inovação e para melhor compreensão sobre o processo de inovação. Na subseção 2.2 discutem-se as raízes do conceito de sistema nacional de inovação (SNI), a partir da análise da coevolução entre o desenvolvimento do conceito de sistema de inovação e as implicações de políticas de inovação. Na seção 2 apresentam-se as principais características e os diferentes recortes da abordagem de SNI. Inicialmente, argumenta-se que a abordagem de SNI não se contrapõe ao processo de aprofundamento do processo de globalização, mas, ao contrário, torna-se uma dimensão de análise significativamente mais importante. Na subseção 2.1 analisam-se as principais consequências do entendimento da inovação como um processo sistêmico e interativo. Posteriormente, são discutidas algumas características e principais avanços do conceito de SNI, com destaque para a diferenciação entre as perspectivas ampla e restrita da abordagem e para a discussão da importância do papel do Estado e das políticas públicas para o desenvolvimento do SNI. Na subseção 2.2 apresentam-se os desdobramentos conceituais da abordagem de sistemas de inovação, explicitando que, embora a abordagem de sistema de inovação tenha sido desenvolvida a partir de um recorte nacional, seu principal avanço foi permitir o entendimento da inovação como um processo sistêmico e interativo e, portanto, localizado. Esta seção apresenta os principais recortes para sistemas de inovação, sugerindo que a escolha do recorte a ser utilizado depende do objeto que se pretende analisar.

Na seção 3 apresentam-se as conexões diretas entre a literatura de sistemas de inovação e a literatura que aborda o tema do desenvolvimento, buscando explorar as principais semelhanças e paralelos entre tais perspectivas. Na subseção 3.1 são apresentadas as conexões da abordagem de sistema de inovação com a escola estruturalista/cepalina e na subseção 3.2 são analisados outros autores que utilizam o referencial de sistemas de inovação para análise do processo de desenvolvimento de países em desenvolvimento.

Nas considerações finais estão as principais conclusões do capítulo e a indicação de alguns temas que podem compor a agenda de pesquisa futura para análise das conexões entre sistema de inovação e processo de desenvolvimento.

1. EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE INOVAÇÃO: DE SCHUMPETER À ABORDAGEM DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO

Schumpeter é considerado, pelos teóricos da economia da inovação, o principal autor responsável pela percepção da inovação como motor da dinâmica do sistema econômico capitalista. De fato, esse autor é o primeiro a analisar, de forma detalhada, a dinâmica da inovação a partir da: “introdução de novos bens

de consumo, introdução de novos métodos de produção e comercialização de mercadorias, abertura de novos mercados, conquista ou exploração de novas fontes de oferta de matérias-primas ou produtos semiacabados, estabelecimento de novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria” (Schumpeter, 1912; 1939; 1942).

No entanto, como o próprio Schumpeter afirma, alguns autores, principalmente Marx, já haviam destacado a importância do progresso técnico na dinâmica do sistema econômico. Nesse sentido, Schumpeter e Marx compartilhavam o entendimento de que o capitalismo é um sistema econômico caracterizado por transformações evolucionárias associadas com inovações técnicas e organizacionais (Freeman, 1993).

Apesar do reconhecimento da importância de suas obras, que envolvem principalmente os livros *Teoria do Desenvolvimento Econômico* (1912); *Business Cycles* (1939); e *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942), além de um conjunto amplo de artigos acadêmicos¹, a partir da década de 1960, os autores neo-schumpeterianos iniciaram uma ampla agenda de pesquisa partindo das ideias principais de Schumpeter e procuraram avançar no entendimento sobre o processo de inovação e suas principais consequências.

Esta seção analisa a evolução do conceito de inovação na literatura econômica a partir de dois eixos centrais de análise. O primeiro, apresentado na subseção 1.1, envolve a importância de estudos empíricos na construção de modelos analíticos mais adequados à compreensão do processo de inovação. O segundo, apresentado na subseção 1.2, discute a coevolução entre o desenvolvimento conceitual do processo de inovação e as implicações de políticas de inovação no âmbito da abordagem de SNI.

1.1 Bases empíricas do conceito de Sistema de Inovação

A partir do final da década de 1960, ocorre um avanço na compreensão da inovação, principalmente como resultado da realização de um conjunto de estudos empíricos (CASSIOLATO; LASTRES, 2005b). Até então, concebia-se a inovação como um ato, empreendido pelo empresário individual ou pelo laboratório de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da grande empresa inovadora, separado da invenção, que ficava sob responsabilidade de um inventor ou cientista, e isolado da difusão. Nesse sentido, o empreendedor (ou a grande empresa) tinha um papel fundamental, cabendo aos consumidores o papel passivo de incorporar as

1. Dentre os principais artigos de Schumpeter destaca-se *The Instability of Capitalism*, de 1928.

inovações introduzidas em seus hábitos de consumo. Esta interpretação ficou conhecida como *Technology Push*, e era coerente com a visão de Schumpeter acerca da introdução de inovações no sistema econômico. Segundo essa interpretação, o processo inovativo era entendido como um processo linear. A inovação ocorreria através de estágios sucessivos e independentes de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção, marketing e difusão.

Com o avanço da pesquisa sobre as fontes mais importantes de inovação, alguns autores, dentre os quais Schmookler (1966) é o mais conhecido, passaram a atribuir maior importância às pressões da demanda no direcionamento das atividades de P&D. Nesse caso, a identificação dos requerimentos dos clientes no mercado (demanda) pelas empresas passou a ser visto como ingrediente fundamental para nortear o esforço inovativo. Esta interpretação ficou conhecida como *demand pull*, e, nessa perspectiva, a inovação ocorreria em estágios sucessivos e independentes de atividades de mapeamento e identificação das necessidades e requerimentos do mercado, atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e comercialização.

O projeto *Scientific Activity Predictor from Patterns with Heuristic Origins* (SAPPHO), coordenado por Chris Freeman na Universidade de SUSSEX e o *Yale Innovation Survey* (YIS), coordenado por Richard Nelson nos Estados Unidos da América, além dos trabalhos coordenados por Nathan Rosenberg na Universidade de Stanford, permitiram uma melhor compreensão sobre inovação. A partir do desenvolvimento desses projetos, a inovação deixou de ser vista como um processo de descoberta de novos princípios técnicos e científicos e passou a ser entendida como um processo de aprendizado não linear.

O Projeto SAPPHO, realizado no SPRU no final dos 1960, comparou 50 pares de inovações: as que tinham obtido sucesso (definidos como sucesso comercial: lucratividade e ampliação de fatia de mercado) com as que foram consideradas falhas (inovações que não deram certo, em que foram gastos muitos recursos, sem se obter sucesso comercial). Os resultados do SAPPHO (ROTHWELL *et al.*, 1974) sugeriram que algumas poucas características explicavam as diferenças entre inovações que tinham dado resultado positivo e as que tinham falhado. As seguintes características merecem destaque:

- 1) Necessidades dos usuários e formações de redes. Nesse sentido, as inovações que falharam eram caracterizadas por falta de comunicação com os usuários, enquanto as que tinham tido sucesso se caracterizaram por tentativas explícitas de entender as necessidades dos usuários, muitas vezes por meio de processos cooperativos e interativos. Posteriormente, diversos autores confirmaram a importância vital dessas ligações para sucesso da inovação, particularmente os trabalhos de Lundvall.

2) Ligações com fontes externas de informação científica e tecnológica. Os inovadores que tinham obtido sucesso, apesar de possuírem seu próprio laboratório interno de P&D, faziam uso considerável de fontes externas, enquanto os insucessos eram caracterizados por falhas de comunicação com redes externas de conhecimento.

As outras características mais relevantes para explicar as diferenças entre sucesso e falha do esforço inovativo eram: necessidade de integrar P&D, produção, design e marketing; existência de atividades de P&D interna; nível hierárquico da responsabilidade com a inovação; ligação com a ciência básica (no caso de setores de ponta) e ambiente nacional.

Enquanto o SAPPHO centrou sua análise na inovação, a *Yale Innovation Survey*, realizada posteriormente nos Estados Unidos da América, representou a primeira importante pesquisa empírica sobre o assunto que se centrou na firma e no entendimento de suas estratégias para o desenvolvimento de novos produtos e processos. A YIS enfatizou também a importância das atividades de P&D da firma, mostrou a importância da engenharia reversa como forma utilizada pela grande maioria das empresas norte-americanas para se apropriarem de conhecimentos externos e enfatizou a extrema importância de fontes externas de informação para a inovação, principalmente os fluxos de conhecimento entre agentes produtivos da mesma cadeia de produção e o papel da universidade, que é altamente diferenciado por setor. A YIS destacou ainda que a frequência e a intensidade das relações de cooperação das empresas dependem significativamente de áreas científicas, setores de atividade e natureza das inovações.

No mesmo período, uma série de trabalhos capitaneados por Nathan Rosenberg na Universidade de Stanford auxiliou no melhor entendimento do processo inovativo. Em livros como *Perspectives on Technology* (1976) e *Inside the Black Box: Technology and Economics* (1982), Rosenberg apresentou uma série de estudos sobre a evolução histórica, do ponto de vista tecnológico, de diversos setores (máquinas, ferramenta, aviação, eletrônica, química, madeira, etc.) demonstrando as especificidades dos fatores que determinaram o avanço tecnológico. Por meio desse trabalho, Rosenberg rejeita as noções de linearidade sugeridas tanto pelos modelos neoclássicos quanto pelo esquema schumpeteriano: invenção-inovação-difusão. No que se refere aos pontos destacados neste capítulo, Rosenberg enfatizou o fato de que as inovações, para serem introduzidas com sucesso no mercado, invariavelmente necessitavam do que ele denominou *post-innovation improvements*. Esta conclusão contribuiu para a compreensão do equívoco da distinção schumpeteriana entre inovação e difusão e enfatizou a importância dos feedbacks de aprendizado entre marketing, produção e desenvolvimento e entre fontes internas e externas de aprendizado. O ápice destes

trabalhos é a produção do chamado *chain linked model*, conhecido como modelo Elo de Cadeia (KLINE; ROSENBERG, 1986).

De acordo com Cassiolato e Lastres (2005b), estes estudos empíricos demonstraram, pela primeira vez, a importância de redes formais e informais de inovação, mesmo que a palavra rede ainda não fosse utilizada. Tais trabalhos representam, de fato, os pilares sobre os quais a teoria de inovação tem se desenvolvido nas últimas décadas. A partir de tais trabalhos, o processo de inovação passou a ser entendido como *path dependent*, específico da localidade e conformado institucionalmente. Assim, a partir da década de 1970, ampliou-se o entendimento da inovação, que passou a ser vista não mais como um ato isolado, mas sim como um processo de múltiplas fontes e derivado de complexas interações entre agentes. Um dos subprodutos destas pesquisas foi o Manual de Oslo, explicitamente baseado no modelo de inovação Elo de Cadeia e que serve, até hoje, como referência para todas as tentativas de mensuração dos processos de inovação (OECD, 1992).

A partir do desenvolvimento do debate acerca da inovação, surgiram, na literatura de economia da inovação, diferentes interpretações da inovação como um processo não linear e complexo que envolve um conjunto de complexas interações nos níveis local, nacional e mundial entre indivíduos, firmas e outras organizações voltadas à busca de novos conhecimentos. Foi nesse contexto que surgiu, na literatura, a abordagem de SNI (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993). Apesar de uma simpática disputa entre os principais autores associados ao primeiro uso do conceito em meio acadêmico (SHARIF, 2005),² os principais autores reconhecidos por introduzir na literatura o conceito de SNI (Freeman e Lundvall) reconhecem que tal conceito encontra raízes históricas na ideia de Friedrich List de Sistema Nacional de Economia Política (1841) (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 2007b). Segundo esses autores, os elementos essenciais incorporados na abordagem de sistema de inovação estavam presentes no trabalho de List, cuja principal preocupação estava relacionada à importância da proteção da indústria infante e de um amplo conjunto de políticas públicas desenhadas para acelerar ou tornar possível a industrialização e o crescimento econômico. Seu foco era o processo de desenvolvimento da Alemanha que, naquele momento, era vista como um país subdesenvolvido em relação à Inglaterra.

Os principais pontos destacados em Freeman (1995) sobre as características em comum entre o conceito de SNI e o conceito de Sistema Nacional de Econo-

2. Shariff (2005) destaca que Lundvall e Freeman são responsáveis por uma disputa em torno da origem do conceito, no sentido de que cada um costuma dar o crédito da criação do conceito de SNI ao outro.

mia Política (1841) podem ser sintetizados em:

A) Reconhecimento de List sobre a interdependência entre investimento tangível e intangível, a partir do entendimento de que a indústria deveria estar ligada às instituições formais de ciência e educação.³

B) Reconhecimento da interdependência entre importação de tecnologia estrangeira e desenvolvimento técnico doméstico. Nesse ponto, o autor destaca a importância da utilização de engenharia reversa nas máquinas-ferramentas importadas da Inglaterra no âmbito dos Institutos de Treinamento Técnico para a disseminação de tecnologia pela indústria alemã.

C) Ênfase no papel do Estado por meio de políticas econômicas de longo prazo e na coordenação do processo de desenvolvimento industrial e tecnológico. A maior parte dessas políticas estava orientada para aprendizado e aplicação das novas tecnologias e à proteção das indústrias infantis estratégicas.⁴

1.2 Coevolução do desenvolvimento do conceito de Sistema de Inovação e das implicações de políticas de inovação

Uma das características mais significativas subjacentes à origem do conceito de SNI desde os anos 1980 é a coevolução entre a conceituação do processo de inovação com o desenho, a experimentação e a prática de políticas de inovação (MYTELKA; SMITH, 2002; CASSIOLATO; LASTRES, 2005b). Um fator importante que explica este fenômeno está relacionado ao fato de que os principais avanços conceituais foram realizados a partir do final dos anos 1970 no âmbito de algumas organizações internacionais, em especial a OECD, que debatiam as razões subjacentes à crise do capitalismo daquele período e as possibilidades de sua superação.

Em particular elas ocorreram no *Directorate for Science Technology and Industry* (DSTI) da OECD, por meio da formação de um grupo *ad hoc* de assessoramento em Ciência, Tecnologia e Competitividade que contava com François Chesnais (do próprio DSTI), Christopher Freeman, Keith Pavitt (ambos ex-integrantes do DSTI) e Richard Nelson, entre outros (CASSIOLATO; LASTRES, 2005b). O grupo produziu o *Technical Change and Economic Policy* (OECD, 1980), o primeiro documento de política desenvolvido por um organismo internacional a desafiar as

3. Nesse aspecto, Freeman (1982) destaca uma das principais críticas de List à obra de Adam Smith, na medida em que este negligenciava a importância do capital mental, que poderia ser entendido como resultado do acúmulo de todas as descobertas, invenções, melhorias e desenvolvimentos de uma nação.

4. Para mais detalhes sobre o argumento da indústria infante ver Shafaeddin (2000).

interpretações macroeconômicas tradicionais para a crise dos anos 1970 e que enfatizou o papel das novas tecnologias em sua eventual superação.

De acordo com Cassiolato e Lastres (2005b), é no início dos anos 1980 que se reconhece também nos países avançados que as decisões e as estratégias tecnológicas são dependentes de fatores muito mais amplos, como aqueles relativos a setores financeiros, sistemas de educação, e organização do trabalho (sinalizando já uma definição de SNI).

Para compreender melhor a difusão do conceito de sistema de inovação, é importante destacar que, particularmente Freeman (1982), associa as ideias sobre o processo inovativo subjacentes à abordagem ao surgimento do novo paradigma tecnológico. Freeman (1982) apresentava o entendimento de que a evolução do capitalismo ocorria a partir de ondas de crescimento e depressão de longo prazo, e de que era necessária a implementação de iniciativas governamentais para dar conta da incerteza. Além disso, apresentava argumentos críticos (e polêmicos no âmbito da OECD) em relação aos benefícios do livre comércio para os países menos desenvolvidos.⁵

Como resultado das atividades do grupo do DSTI, em 1988 foi publicada a clássica coletânea *Technical Change and Economic Theory* (DOSI et al., 1988) que introduziu na literatura acadêmica a ideia de sistemas de inovação. Posteriormente, entre 1988 e 1992, o DSTI implementou o programa TEP (*Technology-Economy Programme*) que teve o efeito de, pela primeira vez, transplantar para os documentos de políticas da OECD as novas ideias sobre sistemas de inovação. Em particular, no seu documento síntese final, *Technology and the Economy: The Key Relationships* (OECD, 1992), foram introduzidos os conceitos fundamentais advindos dos estudos de inovação, em que a inovação passou a ser vista como um processo interativo. Vale destacar que um dos objetivos principais deste programa era contribuir para a integração das políticas de ciência e tecnologia com outras políticas governamentais, particularmente as políticas social, econômica, industrial, educacional, de mão de obra e de energia (SHARIF, 2005), explicitando uma visão sistêmica nas proposições de políticas.

A coevolução entre o desenvolvimento conceitual sobre o processo de inovação e as implicações de políticas de inovação, associados à abordagem de SNI, é explicitada quando se busca a origem do conceito de SNI. Segundo Sharif (2005),

5. Freeman (1982) não foi publicado pela OECD naquela ocasião por ter sido considerado muito provocativo (SHARIFF, 2005), mas foi editado por Lundvall em 2003 como um texto para discussão da Primeira Conferência do *Globalics Innovation System and Development Strategies for the Third Millennium*.

a dúvida acerca da origem do conceito, mais especificamente o questionamento sobre se o conceito se origina no debate acadêmico ou em documentos da OECD, resulta do fato de que alguns dos principais autores responsáveis pela criação e difusão do conceito estavam atuando simultaneamente na academia e nas atividades de proposição e implementação de políticas na OECD.

2. SISTEMAS DE INOVAÇÃO: CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES DE ANÁLISE

Esta seção discute as principais características e implicações da abordagem de SNI para compreensão da dinâmica do processo de inovação, além de apresentar o conceito de sistema de inovação em perspectivas restrita e ampla.

De acordo com o apresentado na seção 2, o conceito de SNI difunde-se na literatura acadêmica no final da década de 1980. Esta difusão coincide justamente com o aprofundamento do debate acerca do processo de globalização econômica, que apresentava importantes implicações do ponto de vista da compreensão dos processos de desenvolvimento tecnológico e de inovação. Esta coincidência entre o surgimento da abordagem de SNI e do aprofundamento da globalização levou à percepção de que se tratava de processos antagônicos e incompatíveis, já que algumas das visões difundidas sobre a globalização pressupunham a redução da importância das fronteiras entre os países.

É nesse contexto que se originou um intenso debate relacionado à dicotomia entre o espaço global e o espaço local, como esferas de organização e condução das atividades produtivas e tecnológicas. Este debate estava associado ao aparente paradoxo relacionado ao aprofundamento da integração entre as economias nacionais e o aumento da importância das relações globais nas últimas décadas, o que caracteriza o processo de globalização econômica e a crescente importância do espaço local/nacional. No entanto, embora se reconheça que diversas mudanças ocorreram no ambiente econômico internacional, tal dicotomia se relaciona, em grande parte, a uma definição equivocada da noção de globalização, principalmente do ponto de vista da dimensão tecnológica deste processo (SZAPIRO, 2005).

Segundo Lastres *et al.* (1999) quando a ideia de globalização econômica se associa a imagens de um mundo sem fronteiras, com a predominância de um sistema internacional autônomo e socialmente sem raízes, em que os mercados de bens e serviços se tornam crescentemente globais, o uso da abordagem de SNI se torna aparentemente desnecessário.

No entanto, quando se compreende a globalização como um aprofundamento da integração entre os países, viabilizado pelo uso e difusão das tecnologias de

informação e comunicação, e com impactos significativos na organização e distribuição da produção, a abordagem de sistema de inovação deixa de ser contraditória e se torna um instrumento analítico extremamente importante. Nesse sentido, Cassiolato e Lastres (2005b) afirmam que o desenvolvimento da abordagem de sistema de inovação reforçou o foco no caráter localizado (e nacional) da geração, assimilação e difusão da inovação em oposição à ideia simplista de um suposto mundo sem fronteiras, em que a tecnologia pode ser gerada em qualquer local e facilmente difundida para as diferentes partes do globo.

O aumento da relevância dos processos locais de geração, assimilação e difusão da inovação está associado ao crescimento da importância da dimensão tácita do conhecimento. Neste aspecto, argumenta-se que, muito embora a globalização tenha aprofundado as trocas de conhecimento codificado, a importância do conhecimento tácito para o processo de inovação se ampliou, aumentando assim a importância dos processos locais de interação e geração de conhecimento. É a partir do reconhecimento das especificidades e da relevância das fronteiras entre as economias nacionais e as diferentes localidades, além da importância da inovação como um processo sistêmico para a compreensão da dinâmica econômica e social, que a abordagem de SNI ganhou destaque na academia e em organizações de política.

2.1 Principais características e avanços da abordagem de Sistemas de Inovação

Conforme já destacado, a abordagem de SNI avança significativamente no entendimento do processo de inovação. Tal processo passa a se constituir num processo de aprendizado não linear que resulta de complexas interações nos níveis local, nacional e mundial entre indivíduos, firmas e outras organizações voltadas à busca de novos conhecimentos. Os processos de inovação são marcados por mecanismos de feedback e relações de interação envolvendo ciência, tecnologia, aprendizado, produção, políticas e demanda. O processo de inovação é gradual e envolve aspectos cumulativos dependendo, portanto, de inovações que ocorreram no passado. A inovação resulta da combinação de possibilidades e componentes preexistentes e reflete conhecimentos combinados de novas maneiras, constituindo-se assim num fenômeno *path dependent*.

A busca por inovações envolve um alto grau de incerteza, que decorre do fato de que a solução de problemas e as consequências das resoluções encontradas são desconhecidas a priori (LEMOS, 1999). Em virtude da complexidade e da incerteza inerentes ao processo de inovação, as firmas, apesar de serem o principal local do processo, quase nunca inovam sozinhas: elas interagem com outras

organizações para adquirir, desenvolver e trocar vários tipos de conhecimentos, informações e outros recursos. Ou seja, para inovar, elas utilizam fontes internas e externas de conhecimento. Além disso, a firma é vista como uma organização inserida em ambientes socioeconômicos e políticos que refletem trajetórias específicas (CASSIOLATO; LASTRES, 2005b).

Nesse sentido, a ideia básica do conceito de sistemas de inovação é que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições – inclusive as políticas – afetam o desenvolvimento dos sistemas (CASSIOLATO; LASTRES, 2005b).

Nesse ponto, cabe chamar atenção para duas diferentes delimitações encontradas na literatura de SNI: as perspectivas restrita e ampla de sistemas de inovação. Neste capítulo, utiliza-se a perspectiva ampla.⁶

A visão ampla de sistema de inovação, associada a Freeman (1987) e Lundvall (1985; 1992), abarca, além de todas as instituições relacionadas diretamente ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação, outras dimensões e políticas externas à infraestrutura de ciência e tecnologia. Nesse caso, o sistema de produção, o sistema financeiro e o sistema de marketing, além das políticas públicas que afetam direta ou indiretamente a capacitação inovativa, são considerados dimensões importantes para análise de sistemas de inovação.

Em um dos primeiros trabalhos sobre SNI, Freeman (1982) argumentou, por um lado, que o desempenho macroeconômico dos países está fortemente ligado à sua capacidade de inovação e, por outro, que fatores mais amplos e que extrapolam a infraestrutura de ciência e tecnologia influenciavam o desempenho inovativo das empresas. Além disso, tais trabalhos enfatizaram a importância do governo na promoção de uma abordagem articulada e coerente para indústria, ciência, tecnologia e inovação. Em seu livro sobre o Japão, Freeman (1987) considera o papel das empresas, do sistema educacional, das organizações de pesquisa, das políticas públicas voltadas direta e indiretamente para a inovação, e de outros atores e instituições que influenciam a aquisição, utilização e difusão de inovações naquele país. Lundvall (2007) defende uma abordagem ampla do sistema de inovação, destacando a importância de serem consideradas as instituições e as organizações que contribuem para o processo de criação de competências no mercado de trabalho, no sistema educacional e em outras esferas que extrapolam a infraestrutura de ciência e tecnologia. Segundo ele, só a utilização

6. Para uma discussão mais detalhada sobre as diferenças entre a abordagem ampla e restrita de sistema de inovação ver capítulo 14.

de uma perspectiva ampla de sistema de inovação permite fazer a ponte entre a capacidade de inovação e o crescimento e desenvolvimento econômicos, que é um dos objetivos da abordagem de SNI.

Além disso, a visão ampla de sistema de inovação incorpora, em sua análise, questões associadas à própria história e cultura locais, já que estas são dimensões relevantes para compreensão da constituição e evolução da estrutura produtiva e do arcabouço institucional dos diversos países, regiões e localidades. As condições macroeconômicas e a estrutura da demanda, composta pelos consumidores finais e pelas organizações do setor público, são componentes extremamente importantes para análise de sistemas nacionais de inovação em sua concepção ampla.

O conceito amplo de SNI definido como rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1987) traz implicações extremamente relevantes para a compreensão dos processos de geração e difusão de novas tecnologias no âmbito dos países. A capacidade inovativa de um país ou região é vista como resultado das relações entre os atores econômicos, políticos e sociais, e reflete condições culturais e institucionais próprias. Nesse aspecto, destaca-se a importância da influência das instituições que oferecem incentivos ou restrições para a inovação, tais como leis, regulações, normas culturais, regras sociais e padrões técnicos.

O entendimento de que o processo de inovação resulta de interações entre as firmas e vários outros tipos de organizações (laboratórios públicos e privados de P&D, universidades, governos, etc.) no âmbito de contextos institucionais diversos destaca um dos principais avanços da abordagem de SNI. Os atores e as características do contexto que desenvolvem inovações são elementos de um sistema de criação e uso de conhecimento com objetivos econômicos, que apresentam significativas diferenças de um país para outro. São estas diferenças que caracterizarão a diversidade de sistemas nacionais de inovação. Nesse caso, cada SNI deve ser entendido de acordo com suas peculiaridades e sua inserção no contexto internacional, para que se avalie qual deve ser a estratégia mais apropriada ao seu desenvolvimento.

De acordo com Cassiolato e Lastres (2005b), outro avanço fundamental da abordagem de SIN está relacionado ao entendimento de que o conceito de inovação não se restringe a processos de mudanças radicais na fronteira tecnológica, realizados majoritariamente por grandes empresas por meio de seus esforços de P&D, ou em setores considerados de alta tecnologia. Como consequência desta percepção, a inovação deixa de ser um resultado direto das atividades formais de P&D, e passa a ser definida de modo mais amplo como novas formas de produzir

bens e serviços novos para as empresas, independentemente do fato de serem novos, ou não, para os seus competidores – domésticos ou estrangeiros.

Essa compreensão sobre o processo de inovação traz implicações significativas principalmente para os países menos desenvolvidos. Quando a inovação é entendida como uma nova forma de produzir bens e serviços que não está necessariamente ligada às atividades de P&D ou às grandes empresas multinacionais, novas oportunidades para pequenas e médias empresas e para empresas pertencentes a setores menos intensivos em tecnologias (associados às indústrias tradicionais) passam a ser consideradas no âmbito de uma estratégia nacional de inovação.

Outro avanço de extrema importância é associado à ideia de que a aquisição de tecnologia do exterior pode substituir os esforços voltados ao desenvolvimento inovativo local. Quando se considera a inovação como um processo iterativo, cumulativo e específico a determinado local, região ou país, conclui-se que o acesso a tecnologias estrangeiras ou incorporadas em produtos comercializados localmente não pode substituir os esforços locais voltados à geração, uso e difusão de novas tecnologias. Ao contrário, como afirmam Cassiolato e Lastres (2005b), é necessário muito conhecimento para poder interpretar as informações, selecionar, comprar (ou copiar), transformar e internalizar a tecnologia importada.

A importância atribuída às políticas públicas voltadas direta ou indiretamente a sistemas de inovação destaca-se como um dos principais avanços da abordagem de SNI. Mais especificamente, esta abordagem destaca o papel das políticas que afetam direta e indiretamente o processo de inovação como elementos-chave que interagem com os outros atores e contribuem para determinar o desempenho e a capacidade inovativa das empresas.

Nesse sentido, Szapiro, Vargas e Cassiolato (2016) destacam que a abordagem de SNI contribui para uma nova compreensão do papel e da importância da política de inovação. As políticas de inovação se constituem em um subsistema do sistema de inovação, e o Estado se revela um ator crucial porque detém a capacidade de transformar o ambiente competitivo, fornecendo condições favoráveis às estratégias inovadoras das firmas (GADELHA, 2001).

Além de destacar a importância das políticas públicas voltadas à inovação, a abordagem de SNI incorpora o entendimento de que os instrumentos de política de apoio a infraestrutura científica e tecnológica e de financiamento das atividades de pesquisa e de desenvolvimento não são suficientes para levar ao desenvolvimento da capacidade inovativa de um país. Esta percepção é resultado direto da compreensão da inovação como um processo não linear, que não resulta exclusivamente das atividades de P&D. Assim, uma política de inovação adequada à abordagem de sistema de inovação deve considerar as articulações

entre os diversos subsistemas e entre os diversos instrumentos de apoio diretos e indiretos à inovação, como apoio e financiamento ao desenvolvimento da infraestrutura de P&D, apoio e financiamento das atividades inovativas, política de compras pública, instrumentos de regulação setorial, apoio e financiamento ao desenvolvimento de atores coletivos, etc.

2.2 Diferentes recortes dos Sistemas de Inovação

Apesar de os primeiros trabalhos acadêmicos e os relatórios de política utilizando a abordagem de sistemas de inovação apresentarem um recorte nacional (FREEMAN, 1987), sua origem se encontra na concepção da inovação como um processo localizado. A dimensão nacional naturalmente se candidatou como unidade lógica para análise sistêmica, dado o conjunto de aspectos constituídos em trajetórias históricas particulares e compartilhados por todos os agentes em uma nação, tais como: arcabouço institucional; sistemas educacionais e de ciência e tecnologia; bases socioculturais, com destaque para a língua (na maioria dos países); estruturas de capital; quadro político e papel estratégico das políticas industrial e de CTI nacionais, entre outros. Entretanto, é no território compreendido como espaço cognitivo em que ocorrem os processos interativos e cooperativos que levam à inovação, que se centra a abordagem. Portanto, dependendo do objeto que se pretende analisar, outras dimensões são mais adequadas.

O primeiro conjunto de dimensões a ser enfatizado se refere, precisamente às baseadas nas diferentes camadas territoriais, além da nacional. Neste sentido as ideias de Sistemas Locais de Inovação (SLI),⁷ de Sistemas Regionais de Inovação (SRI)⁸ e de Sistemas Supranacionais de Inovação têm sido objeto de atenção.

Todas estas dimensões partem da noção central do conceito neo-schumpeteriano de inovação de que esta, além de ser um processo localizado, é fundamentalmente social e enraizado culturalmente. Assim, especificidades sociais, culturais e naturais conferem características diferentes às formas de organização dos processos produtivos e das interações.

Esta diferenciação ocorre, também, a partir da evolução histórica dos diferentes processos e instituições fundamentais para a inovação sistêmica, tais como as competências construídas na capacitação: ensino, pesquisa básica e aplicada, etc. Essas competências variam entre os diferentes locais e explicam as heterogeneidades da infraestrutura educacional, científica e tecnológica.

7. Cassiolato e Lastres (1999); Diniz (2001); Breschi e Lissoni (2001).

8. Cooke (2001); Asheim et al. (2003); Doloreux (2002).

A estas se somam heterogeneidades estruturais da base produtiva, também resultado da evolução de processos históricos. Por exemplo, dentro de um país ou região, coexistem estruturas produtivas com graus distintos de organização, domínio tecnológico e dinamismo. Este aspecto se mostra mais marcante em países menos desenvolvidos, conforme explicitam autores de tradição teórica estruturalista (FURTADO, 1964).

Com relação à dimensão territorial, deve-se salientar que esta perspectiva converge com uma tradição na geografia econômica que analisa os condicionantes dos espaços locais ou regionais para a organização dos processos produtivos e inovativos e as economias externas decorrentes da proximidade.⁹ Ambas as correntes se inspiram nas contribuições clássicas de Alfred Marshall sobre os Distritos Industriais ingleses.¹⁰ Estes referenciais partem da observação de que os processos inovativos são essencialmente coletivos e sociais, sendo, portanto, dinamizados pelas interações diretas entre os agentes.

No Brasil, difundiu-se o referencial analítico de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (ASPILs), desenvolvido pela RedeSist em finais da década de 1990. Este referencial se disseminou rapidamente na esfera das organizações de implementação de políticas de produção e inovação a partir do conceito de Arranjos Produtivos Locais (APLs). A substituição de sistemas por arranjos vai ao encontro da percepção da prevalência de sistemas fragmentados e desestruturados no tecido produtivo brasileiro. A supressão do termo inovativo não retira a importância do foco nos processos sistêmicos de produção, de construção de capacidades e de inovação.

O conceito de ASPILs representa fundamentalmente um quadro de referência, a partir do qual se busca compreender os processos de geração, difusão e uso de conhecimentos e da dinâmica produtiva e inovativa. O enfoque abrange conjuntos de atores econômicos, políticos e sociais com distintas dinâmicas e

9. Storper (1997); Malmberg e Maskell (1997).

10. Marshall criou o conceito de distrito industrial para se referir à concentração espacial de pequenas firmas voltadas para a manufatura de produtos específicos na Inglaterra do período. Apesar das limitações de economia de escala de tais distritos, tendo em vista seus reduzidos custos de transação e suas expressivas economias externas, Marshall caracterizou os distritos industriais ingleses da época como a ilustração mais eficiente do capitalismo (FREEMAN, 1999). Outros esforços recentes de explicar os condicionantes sociais e institucionais da dinâmica e competitividade regional/local têm levado ao desenvolvimento de diferentes conceitos parcialmente análogos, tais como Clusters (PORTER, 1998), Milieu Innovateur (CREVOISIER; CAMAGNI, 2001; MAILLAT, 1998), Learning Regions (MORGAN, 1997; FLORIDA, 1995), polos e parques científicos e tecnológicos e rede de empresas.

trajetórias, desde as mais intensivas em conhecimentos até aquelas que utilizam conhecimentos endógenos ou tradicionais, e de diferentes portes e funções, originários dos setores primário, secundário e terciário, operando local, nacional ou internacionalmente.

As abordagens que analisam os sistemas de inovação na esfera regional ou local se notabilizam por Cassiolato e Lastres (1999):

- Focalizar as inter-relações entre diferentes atores, setores, dimensões e atividades;
- Cobrir o espaço em que ocorre o aprendizado, são criadas as capacitações produtivas e inovativas e fluem os conhecimentos e particularmente os tácitos;
- Estabelecer uma ponte entre o território e as atividades econômicas;
- Representar o nível em que as políticas de promoção do aprendizado e criação de capacitações produtivas e inovativas podem ser mais efetivas.

Além da dimensão territorial, outro recorte analítico tem sido muito utilizado na abordagem de sistemas de inovação: o setorial. Este recorte se desenvolve a partir de alguns aspectos relacionados à conceituação do processo de inovação oriundos da contribuição seminal de Nelson e Winter (1982). Em primeiro lugar, os processos sistêmicos de inovação diferem segundo os distintos regimes tecnológicos – diferentes áreas tecnológicas podem diferir em termos de oportunidades inovativas, da capacidade dos agentes se apropriarem dos resultados de seus esforços inovativos, das condições de cumulatividade dos esforços de busca inovativa dos agentes e das características inerentes às bases de conhecimento (NELSON; WINTER, 1982; MALERBA; ORSENIGO, 1997).

Na mesma direção, diferentes características da organização industrial afetam os processos de inovação de forma diferenciada. Distintos padrões de concorrência – características técnicas – da estrutura de capital, das escalas de produção e tamanho das empresas, da organização das redes produtivas (ou redes de valor), da demanda, entre outros, conformam padrões de concorrência distintos em diferentes indústrias ou setores (DOSI, 1982; POSSAS, 1985; KUPFER, 1992).

Estes dois aspectos explicitam características e dinâmicas próprias dos processos de busca, introdução e difusão de inovações em diferentes atividades produtivas, dando origem à ideia de Sistema Setorial de Inovação (SSI) (MALERBA, 2002).

Cabe destacar, por fim, outras abordagens que têm sido desenvolvidas a partir do referencial geral de sistemas de inovação. Dentre elas destacam-se as abordagens focadas em sistemas de inovação tecnológicos e redes (HUGHES, 1983;1990; CARLSSON; STANKIEWICZ, 1995; HÅKANSSON, 1990). Estas abordagens tomam como ponto de referência o conjunto de atores e funções envolvidos na evolução de uma área tecnológica ou conjunto de tecnologias interconectadas, e exploram, em detalhe, as relações cooperativas que se estabelecem em rede.

3. DESENVOLVIMENTO E SISTEMAS DE INOVAÇÃO

Conforme discutido na seção 2, o desenvolvimento da literatura de sistemas de inovação contou com contribuições fundamentais de autores de países desenvolvidos e com a difusão de ideias através da OECD. Contudo, esta não deve ser vista como uma literatura desconectada do pensamento gerado nos países em desenvolvimento. Em primeiro lugar, a literatura de sistemas de inovação contou com contribuições importantes de correntes de pensamento originadas em países em desenvolvimento, o que resulta em muitos pontos de convergência. Particularmente, as conexões com a escola estruturalista/cepalina são exploradas na subseção 3.1. Em segundo lugar, um amplo conjunto de autores tem se apropriado do referencial de sistemas de inovação e explorado as implicações conceituais e normativas de sua aplicação à realidade de países em desenvolvimento. Os principais aspectos resultantes deste esforço são discutidos na subseção 3.2.

3.1 Convergência entre as literaturas de inovação e Sistemas de Inovação e a escola estruturalista/cepalina sobre desenvolvimento

A literatura de sistemas de inovação reconhece que alguns dos seus pilares conceituais mais importantes estão enraizados na discussão de desenvolvimento (FREEMAN, 1982; JOHNSON; EDQUIST; LUNDVALL, 2003). Em outro texto (CASSIOLATO; LASTRES, 2008), sugerimos que existem amplas conexões entre a literatura neo-schumpeteriana de sistemas de inovação e o estruturalismo latino-americano, as quais estão resumidas nos seguintes pontos:

A) Relevância do progresso técnico (inovação) para o desenvolvimento

Os fundamentos de ambas as escolas coincidem com a tradição da abordagem da realidade econômica cujo foco principal é a produção em vez das trocas como na visão clássica, dos fisiocratas (REINERT; REINERT, 2003). Esta tradição, cujas raízes podem ser encontradas na Itália renascentista, Serra (1613) sugere que a riqueza se origina de fontes imateriais, fundamentalmente a criatividade (o conhecimento), e que a acumulação de ativos ocorre com a incorporação de novas tecnologias - inovação - que alteram o estoque de conhecimento.

É a partir da ênfase inicial no conhecimento e nos retornos crescentes a ele associados que se pode descrever mecanismos positivos de retroalimentação na economia, levando a ciclos virtuosos de desenvolvimento num sistema nacional.

Portanto, para ambas as visões, os processos de desenvolvimento econômico

são caracterizados por profundas mudanças estruturais na economia, a partir de descontinuidades tecnológicas que afetam, e também são afetadas, pela estrutura produtiva, social, política e institucional de cada nação, cada uma apresentando suas especificidades. Furtado (1961) estabeleceu uma relação direta entre desenvolvimento econômico e inovação tecnológica, apontando que o crescimento das economias avançadas foi baseado na acumulação de novos conhecimentos científicos e na aplicação desses conhecimentos para resolver problemas práticos. Como apontado por Furtado (1961), o início desse processo ocorreu nos países que foram capazes de se industrializar e criar progresso técnico em primeiro lugar, e a acumulação rápida possibilitada por este processo tornou-se o motor básico do sistema capitalista. Por esta razão, há uma interdependência estreita entre a evolução da tecnologia nos países industrializados e as condições históricas em que tal evolução foi possível.

B) Preeminência de fatores não econômicos

A escola estruturalista latino-americana sublinha a importância dos fatores não econômicos para evolução e desempenho dos países. Destacam-se os aspectos institucionais, sociais e culturais. Como o comportamento das variáveis econômicas depende desses fatores - que são definidos e evoluem em um contexto histórico específico - é bastante difícil isolar o estudo dos fenômenos econômicos de seu quadro de referência histórico (FURTADO, 2002). As estruturas social e econômica periféricas determinaram formas específicas nas quais se dão a mudança estrutural (industrialização durante os anos 1950 e 1960) e o progresso técnico. Disso decorrem resultados diferentes daqueles verificados nos países desenvolvidos (FURTADO, 1961; BIELSCHOWSKY, 2000; RODRIGUEZ, 2001). Na literatura neo-schumpeteriana, o desenvolvimento econômico é visto como um fenômeno sistêmico, gerado e sustentado não apenas por relações interempresas, mas, mais importante, por uma complexa rede de relações interinstitucionais. Inovação é um processo eminentemente social (FREEMAN, 1995). Portanto, o desenvolvimento - resultante da introdução e difusão de novas tecnologias - pode ser considerado um resultado de trajetórias cumulativas, historicamente construídas a partir de especificidades institucionais, e de padrões de especialização inerentes a um determinado país, região ou setor.

C) Assimetrias e o caráter dual do desenvolvimento econômico e tecnológico internacional

A tradição estruturalista dedica especial atenção ao papel desempenhado pela inovação e pela difusão tecnológica no processo histórico de formação de hierarquias entre regiões e países. De acordo com Prebisch (1949), o núcleo industrial

foi formado a partir da difusão irregular e lenta do progresso técnico, em que apenas uma pequena parte da população mundial se beneficiou dessas novas formas de produção. Portanto, em torno desse núcleo, foi formada a periferia do sistema capitalista. A coexistência de um centro, comandando o desenvolvimento tecnológico, e de uma vasta e heterogênea periferia marginal ao sistema, está na base da concentração de renda em nível mundial. Isso descarta qualquer ideia de desenvolvimento como um processo de *catch up* com países atrasados seguindo as mesmas etapas do desenvolvimento dos países avançados. Segundo Furtado (1961), não há uma tendência inevitável no sentido de uma passagem de um determinado estágio de progresso para outro supostamente superior. Observa-se uma dualização do sistema capitalista, no qual é gerado, ao mesmo tempo, o desenvolvimento sistêmico e virtuoso e o subdesenvolvimento vicioso.

Alguns autores (REINERT, 1996; MYRDAL, 1968) argumentam que esta dualização da economia mundial após o advento da revolução industrial está no cerne do sistema dinâmico de Schumpeter, quando ele aponta o papel de retornos crescentes históricos. Nesse sentido, Schumpeter dá suporte à visão de sistema que produz um crescimento desigual e uma distribuição desigual dos ganhos do progresso técnico. Ele destaca dois mecanismos principais que criam distribuição desigual dos ganhos da mudança técnica: avanço extremamente desigual da fronteira tecnológica concentrada no centro, e ganhos da mudança técnica que são em grande parte apropriados por poucos atores com significativo poder de mercado (REINERT, 1996). Estas assimetrias têm importantes conotações geopolíticas, e se dão com os países desenvolvidos se concentrando em avanços na fronteira tecnológica - se especializando na produção e distribuição de bens e serviços sofisticados - e com os países subdesenvolvidos se especializando em atividades de baixa produtividade. Um corolário dos círculos virtuosos de desenvolvimento são os círculos viciosos de subdesenvolvimento (MYRDAL, 1968).

Disso decorre a proposição estruturalista de que se rompa com um padrão de especialização baseado na produção e exportação de bens primários, avançando em direção à incorporação na região dos benefícios da segunda revolução industrial. Neste sentido, a ênfase na industrialização como elemento propulsor do desenvolvimento na região, dada por autores como Furtado e Presbisch em seu tempo, é precisamente a mesma atribuída às novas tecnologias da informação e comunicação na literatura de sistemas de inovação (FREEMAN, 1988).

D) Assimetrias de aprendizagem

A literatura de sistemas de inovação ressalta que o processo de dualização entre as nações não é determinado apenas pelo fosso tecnológico, mas principalmente pelas dificuldades em acessar a informação e o conhecimento e pela

constante ampliação da fronteira tecnológica. Assim, mais grave do que as assimetrias tecnológicas são as assimetrias de conhecimento e aprendizagem, dificultando substancialmente o acesso, a compreensão, a absorção, o domínio, o uso, e a difusão do conhecimento. No entanto, mesmo quando o acesso às novas tecnologias se torna possível, na maioria das vezes, elas não são adequadas à realidade de países subdesenvolvidos e/ou esses países não dispõem de um conjunto de conhecimentos suficientes para fazer um uso adequado delas. Isso ocorre porque o processo de aprendizagem depende da existência de capacidades inovadoras e produtivas que nem sempre estão disponíveis. Arocena e Sutz (2003) argumentam que há uma brecha de aprendizagem (*learning devide*) que constitui o principal problema do subdesenvolvimento hoje em dia.

De forma complementar, Tavares (1972, p. 50) ressalta que:

Os países subdesenvolvidos importam uma tecnologia que foi concebida pelas economias líderes de acordo com as suas constelações de recursos totalmente diversas das nossas. A necessidade de importar essa tecnologia estaria dada pela impossibilidade de criarmos técnicas novas mais adequadas às nossas condições peculiares.

Para Prebisch (1949), o problema da produtividade nos países periféricos, mais do que ligada à escassez de poupança para investimentos em tecnologia e bens de capital, está relacionada com a “capacidade de homens que sabem aproveitar eficientemente esses bens nas diversas fases do processo produtivo”(p.175). Furtado concluiu que “é possível industrializar e crescer sem romper com a estrutura de dependência e dominação que perpetua o subdesenvolvimento” (TAVARES, 2001). Isto é, o núcleo industrial pode se desenvolver em um país periférico, utilizando inovações tecnológicas que permitem aproximar-se da estrutura de custos e preços dos países exportadores de manufaturas, mas que não permitem uma rápida transformação da estrutura econômica, pela absorção do setor de subsistência (FURTADO, 1961).

E) Importância de políticas públicas para a mudança estrutural

Como discutido, a abordagem de sistemas de inovação considera que as políticas públicas são parte inerente do próprio sistema, constituindo-se num subsistema.

Conforme destacam autores como Freeman e Perez, o desenvolvimento econômico avança em ondas longas - os paradigmas tecnoeconômicos -, sendo as revoluções tecnológicas a origem de novos paradigmas ou ciclos econômicos (FREEMAN, 1987; PEREZ, 1983; 1985; 1988; 1989, FREEMAN; PEREZ, 1988). Esta perspectiva elabora sobre a teoria de Schumpeter de longos ciclos de de-

envolvimento econômico e intensos processos de destruição criadora. Portanto, mudanças no paradigma tecnoeconômico são essenciais para explicar os períodos de crescimento econômico e de crise. A partir desta visão, a literatura de sistemas e inovação destaca que as políticas públicas são particularmente relevantes durante o advento e a difusão de um novo paradigma tecnoeconômico. A intervenção do Estado é essencial para internalizar os benefícios do novo paradigma e minimizar seus custos.

A abordagem estruturalista apresenta uma visão similar. Presbisch (1949) destaca a industrialização e a endogeneização do progresso técnico como as ferramentas mais poderosas para o desenvolvimento e ressalta a necessidade de políticas para induzir este processo. De acordo com Bielschowsky (2000), Prebisch justificava o protecionismo indicando que, mesmo se a produção industrial for menos eficiente na periferia do que no centro, nos países periféricos o esforço de industrialização é necessário já que a produção industrial deve ser mais eficiente do que a produção agrícola. Novos investimentos devem ser liderados pelo Estado, dadas as dificuldades para a acumulação de capital, decorrentes dos baixos níveis de poupança interna. Furtado (1961) inclui na agenda política da tradição estruturalista questões importantes, como a forma de lidar com a heterogeneidade e a pobreza. Estes temas foram posteriormente incorporados por Perez (1989) na literatura de sistemas de inovação.

Quadro 1 – Pontos de convergência de escolas de pensamento sobre desenvolvimento

	Sistemas de Inovação	Estruturalismo Latino-americano
Progresso técnico (inovação) e desenvolvimento	Inovação como motor do capitalismo, transformando estruturas produtivas, tecnologias e instituições	Industrialização, progresso técnico e acumulação na raiz da dinâmica capitalista
Fatores não econômicos	Relações sistêmicas em rede de relações interinstitucionais. Trajetórias históricas cumulativas	Fatores sociais e institucionais influenciam trajetórias históricas de países
Caráter dual do desenvolvimento	Círculos virtuosos de desenvolvimento e círculos viciosos de subdesenvolvimento	Dualização do sistema capitalista: centro e periferia; desenvolvimento e subdesenvolvimento
Assimetrias de aprendizagem	“Brecha de aprendizagem” (<i>learningdivide</i>)	Uso de tecnologias adequadas aos países avançados Limitações intelectuais para aproveitar avanços tecnológicos
Importância de políticas públicas	Internalizar os benefícios de novo paradigma tecnoeconômico e minimizar seus custos	Ruptura com subdesenvolvimento; indução de mudança estrutural para endogeneização do progresso técnico

Fonte: Adaptado de Cassiolato e Lastres (2008).

3.2 Implicações para análise de Sistemas de Inovação nos países em desenvolvimento

Um conjunto crescente de estudos tem aplicado o referencial de sistemas de inovação para análise de temas relacionados ao desenvolvimento. Estes estudos partem das características dos países e discutem desafios específicos, oportunidades e obstáculos ao seu desenvolvimento. Eles oferecem importantes contribuições para o enriquecimento da teoria, ressaltando aspectos que provaram ser especialmente relevantes para os países menos desenvolvidos. Destacam-se os seguintes pontos:

A) Conhecimento, aprendizagem e inovação

Estudos com foco em países, regiões e localidades menos desenvolvidos destacam os esforços de aprendizagem e de inovação em todos os tipos de organizações, mesmo as distantes da fronteira tecnológica. Um amplo conjunto de estudos sobre setores tradicionais, como confecções, móveis e agricultura explicitam que, em uma perspectiva de desenvolvimento, não apenas conhecimento e processos de inovação com amplos impactos são relevantes. Especialmente, considerando os países com pouco dinamismo econômico, centrados em atividades tradicionais, qualquer pequena transformação em processos de produção, em aspectos organizacionais, na variedade de produtos ou em fatores que possibilitem o acesso a novos mercados pode ter um impacto considerável. Tais inovações modestas, comumente negligenciadas ou ignoradas em indicadores oficiais de C&T, se traduzem em aumentos substanciais da capacidade de produzir e competir de forma sustentada, gerando renda, empregos e melhorando os padrões de vida. Esta perspectiva contribui para a incorporação na literatura de sistemas de inovação com visão abrangente de inovação, conforme destacado na subseção 3.1. Passa-se a considerar como inovação qualquer elemento de novidade, mesmo que seja novo apenas para o agente que o introduz (MYTELKA, 1993; CASSIOLATO; LASTRES; MACIEL, 2003; GU, 2003). Esta perspectiva tem balizado a atenção recente atribuída a inovações frugais (*frugal innovations, grass roots innovations, below the radar innovation*).

Muitas dessas inovações incorporam conhecimentos que não estão diretamente ligados à educação formal e ao sistema de C&T. Muitas vezes, importantes mudanças e elementos-chave para o uso sustentado de recursos limitados derivam de conhecimento enraizado em um determinado território e que se refere a condições específicas e a hábitos e práticas culturais. Essa percepção deu origem a consideráveis esforços de pesquisa com foco no uso de conhecimento local (*indigenous knowledge*) ou conhecimento tradicional e sua articulação com

o conhecimento tecnológico formal (LASTRES; CASSIOLATO; MACIEL, 2003).¹¹

Tal compreensão mais ampla e sistêmica do conhecimento e da inovação tem claras vantagens para os países menos desenvolvidos e encoraja os gestores de políticas a levarem em conta as oportunidades de aprendizagem e de inovação em qualquer atividade produtiva e não apenas em setores associados às tecnologias avançadas (MYTELKA; FARINELLI, 2003).

B) Desafios do desenvolvimento

O referencial de sistemas de inovação também tem se revelado útil para discutir meios para se enfrentarem os desafios do desenvolvimento, tais como sustentabilidade ambiental, desenvolvimento social, educação, habitação, saúde e infraestrutura (sanitária, transportes, comunicações). Uma perspectiva sistêmica é útil ao se considerar a necessidade de buscar a convergência e a interação entre muitos atores, com diferentes interesses, posições de poder e recursos para enfrentar esses desafios.

A adoção dos desafios para o desenvolvimento nesta perspectiva ampla como prioridade para as políticas de ciência, tecnologia e inovação implica escolhas políticas. Escolhas, por exemplo, relacionadas à prioridade dada a alguns campos tecnológicos ou áreas de conhecimento e a tipos de arranjos institucionais. Igualmente constitui uma escolha política a priorização da criação de nichos ou empresas de classe mundial versus impactos econômicos socializados.

Parte da literatura de sistemas de inovação tem explorado os desafios para uma agenda política que prioriza resultados sociais e ambientais, tais como o fornecimento adequado de alimentação, saúde, educação e habitação. Estas questões têm sido estudadas sob o conceito de inovações sociais e ambientais. Esta literatura salienta a importância de uma estreita interação com os beneficiários dos resultados dos esforços inovativos. Casos de sucesso explicitam o envolvimento das pessoas como protagonistas em inovação, incorporando sua experiência e conhecimento para projetar soluções de acordo com suas necessidades. Por exemplo, a participação dos beneficiários tem se mostrado fundamental para difusão de técnicas de conservação do solo, de captação de água da chuva no semiárido e de utilização das TICs na educação básica (CASSIOLATO; MATOS; LASTRES, 2012). Considerando este conjunto amplo e diversificado de atores, arranjos institucionais e tipos de conhecimento necessários para entender e lidar com esses desafios do desenvolvimento, revela-se instrumental uma abordagem sistêmica.

11. Muchie (2007) e Adeoti e Adeoti (2010), por exemplo, discutem a importância de tais conhecimentos para a transformação das estruturas agrícolas na África.

As características dos agentes produtivos – seu caráter formal ou informal e seu tamanho – também são críticos para promoção do desenvolvimento socioeconômico. Assim, muitos estudos abordam especificamente questões como informalidade, inclusão e exclusão, e os desafios das pequenas empresas. Estudos sobre a Índia, por exemplo, mostram como o referencial de sistemas de inovação pode ajudar a abordar questões relacionadas com as instituições ou normas de exclusão social (JOSEPH *et al.*, 2010). Esforços de investigação comparativa nas economias emergentes identificam oportunidades diferentes para o apoio às pequenas e médias empresas (ARROIO; SCERRI, 2013). Estudos na África do Sul exploram como as economias formal e informal se conectam e como o contexto institucional e macroeconômico pode estabelecer obstáculos para as empresas ingressarem na economia formal (ALIBER *et al.*, 2006).

C) Ênfase no território

Os aspectos discutidos sublinham a importância de entender os processos sociais que facilitam as inovações em uma perspectiva territorial. Como destacado na subseção 3.3, a dimensão territorial é especialmente importante para lidar com desafios para o desenvolvimento em países menos desenvolvidos, que apresentam grandes disparidades regionais e locais em termos das estruturas produtivas e sociais. Nestes países, podem conviver sistemas produtivos e inovativos muito avançados e muito arcaicos em um mesmo setor. Os territórios economicamente menos dinâmicos costumam também apresentar grandes desafios em termos do desenvolvimento social.

Neste contexto, um desafio central do referencial de sistemas de inovação é entender como estruturas específicas evoluem, quais são os desafios e as oportunidades e como políticas específicas poderiam promover processos de aprendizado e inovação e induzir a um processo de desenvolvimento local que seja dinâmico e sustentável.

Uma ampla literatura originada em países em desenvolvimento tem tratado destas questões a partir do referencial de sistemas locais ou regionais de inovação. Na África, por exemplo, Djeflat (2003) analisa os fluxos de conhecimento nos territórios em países do norte do continente e os incentivos para inovação por parte de pequenas e médias empresas, e Baskaran e Muchie (2005) discutem o papel de polos econômicos regionais para a promoção do desenvolvimento na África do Sul. Na América Latina, muitos estudos têm aplicado o referencial de sistemas regionais e locais de inovação enfocando indústrias tais como aeroespacial, biotecnologia, automobilística, software, têxteis e confecções, calçados, agroindústria, turismo, economia da cultura, etc., e os desdobramentos para o desenvolvimento no território (LÓPEZ; LUGONES, 1999; VARGAS, 2000; SEGURA, 2000; CASSIOLATO; LASTRES; MACIEL, 2003; MATOS; BRITTO, 2011).

D) Do *catch up* para caminhos específicos de desenvolvimento

Uma ampla literatura associada à ideia de *catch up* apresenta uma perspectiva equivocada de que os sistemas de inovação dos países em desenvolvimento constituem versões menos evoluídas dos sistemas de inovação dos países mais avançados. O corolário desta visão é de que os países menos desenvolvidos devam desenvolver um conjunto de instituições e trilhar a mesma trajetória de desenvolvimento percorrida pelos países desenvolvidos. Não por acaso, observa-se uma distinção no discurso, aplicando-se a noção de construção de sistemas de inovação para países em desenvolvimento e a noção de evolução de sistemas de inovação para os países avançados.

O equívoco desta perspectiva se manifesta em duas esferas. Em primeiro lugar, observa-se uma incerteza conceitual na associação da noção de sistema de inovação às formas específicas de organização das estruturas dos países avançados, quando, na verdade, sistema de inovação constitui um referencial conceitual para entender as mais diversas formas de organização das estruturas produtivas e socioinstitucionais. Portanto, não faz sentido propor a construção de um sistema de inovação em um país menos desenvolvido porque neste já existe um, mesmo que com estruturas produtivas e sociais e arranjos institucionais distintos e com menor dinamismo inovativo.

Em segundo lugar, tal perspectiva associada à ideia de *catch up* se constitui omissa na medida em que desconsidera a importância da história e de uma visão de economia política internacional. Como discutido acima, o conceito de sistemas de inovação é inspirado em parte pelo pensamento sobre desenvolvimento, o qual destaca as assimetrias (e do caráter dual) do processo de desenvolvimento econômico e tecnológico internacional. O subdesenvolvimento não é uma fase no processo linear de desenvolvimento de um país, mas um resultado de elementos estruturais e históricos em um contexto global, em um certo sentido complementar à existência de países desenvolvidos (FURTADO, 1961). Esta perspectiva sugere que o foco deva estar na construção de um caminho único de desenvolvimento, tendo em conta os contextos sociais, naturais, culturais específicos. O desenvolvimento não é uma questão de criação de sistemas de inovação a partir de algum *benchmark*, dado que não há nenhum caminho linear de *catch up* a ser seguido.

Há pelo menos dois corolários importantes desta discussão. Primeiro, a conclusão de que não existe uma tendência inevitável de passagem de um determinado estágio de desenvolvimento para outro supostamente superior. Segundo, o desenvolvimento tem de ser entendido como um processo histórico específico de cada país e não como um processo universal. Diferentemente da ideia de padronização e convergência, propagada pelas teorias da globalização, as lite-

raturas estruturalistas e as de sistemas de inovação destacam que as condições locais e nacionais levam a diferentes trajetórias e à crescente diversidade dos sistemas nacionais e subnacionais (FURTADO, 1998, CASSIOLATO; LASTRES, 2000; 2002; LASTRES; CASSIOLATO; ARROIO, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo discutiu as conexões entre o referencial de sistemas de inovação amplo e o processo de desenvolvimento. Inicialmente, partiu-se da análise da evolução do conceito de inovação com base na obra de Schumpeter, chegando à ideia de inovação sistêmica e interativa, oriunda da abordagem de SNI. Enfatizou-se que a abordagem de um sistema de inovação apresenta avanços significativos para a análise da dinâmica da inovação em países menos desenvolvidos, dentre os quais se destacam: a superação de uma visão de inovação limitada a mudanças radicais na fronteira tecnológica; o entendimento de que a aquisição de tecnologia do exterior não pode substituir os esforços locais de geração, uso e difusão de novas tecnologias; a compreensão de que a política de inovação deve considerar as articulações entre os diversos componentes do sistema (entendidos como subsistemas) e entre os diversos instrumentos de apoio diretos e indiretos à inovação.

Argumentou-se ainda que a interação com pensadores de outras correntes, com destaque para a escola estruturalista, contribuiu para que as abordagens apresentem muitos pontos de convergência, discutidos ao longo do capítulo. A conexão da literatura de sistemas de inovação com as tradições teóricas que abordam o tema do desenvolvimento e com as visões de autores que analisam as realidades de países menos desenvolvidos é um processo atual e dinâmico. Este capítulo procurou apresentar um panorama com os principais avanços encontrados na literatura, sem, contudo, exaurir o tema. Existem diversos aspectos que ainda não estão satisfatoriamente discutidos, de forma que muitos temas podem compor uma agenda de pesquisa futura. Dentre eles, destacam-se:

Poder e desenvolvimento: o desenvolvimento da abordagem de sistema de inovação incorporou explicitamente a dimensão das relações de poder nos primeiros trabalhos sobre o tema (FREEMAN, 1982; LUNDEVALL, 1985). No entanto, posteriormente esta dimensão de análise não foi devidamente incorporada nos trabalhos difundidos sobre sistema de inovação. Cabe destacar que o foco em processos de aprendizagem interativa inerentes aos processos de inovação pode levar a uma subestimação dos conflitos pela renda e pelas diferentes formas de poder. Em uma escala internacional, o recrudescimento dos sistemas de propriedade intelectual que contribuem para ampliar os desafios para a superação das

brechas de aprendizado constitui um desafio. Uma perspectiva de economia política internacional pode dar mais embasamento para se discutirem implicações para as políticas de inovação (CASSIOLATO *et al.*, 2013). Na escala local/regional, as estruturas sociais e políticas, construídas em trajetórias históricas de reforço de assimetrias e privilégios de determinados grupos, constituem talvez o maior desafio para políticas de inovação com foco territorial. Nesse sentido, a abordagem de economia política e a sociologia podem prover importantes aportes para a literatura de sistemas locais e regionais de inovação.

Sustentabilidade e sistemas de inovação: o referencial de sistemas de inovação tem sido crescentemente empregado como uma ferramenta para analisar e influenciar o desenvolvimento econômico. Importantes avanços têm sido feitos em trabalhos que discutem esforços inovativos orientados por preceitos de sustentabilidade ambiental ou que se desenvolvem como reação a pressões postas por instâncias de regulação (CASSIOLATO; PODCAMENI; SOARES, 2015). Conforme discutido acima, também se desenvolve uma literatura que aborda esforços de inovação com foco na promoção de impactos sociais e inclusão (CASSIOLATO; SOARES, 2015). Embora tal literatura apresente avanços na introdução do tema de sustentabilidade na agenda de pesquisa de sistemas de inovação, ainda constitui um desafio descortinar como as estratégias de inovação convergem com a promoção de uma dinâmica sustentada de desenvolvimento no longo prazo para o conjunto do sistema, e, ainda, como se articulam as diferentes dimensões de sustentabilidade (ambiental, cultural, social e econômica).

Sistemas de inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea

Pablo Felipe Bittencourt
Silvio Antônio Ferraz Cário

INTRODUÇÃO

O objetivo do capítulo é apresentar e discutir o conceito de sistema de inovação, sobretudo em sua versão nacional. As raízes e a evolução são debatidas enfatizando-se fundamentos que sustentaram sua relevância como dispositivo de foco às análises contemporâneas e de outrora.

O capítulo mostra que seu surgimento e sua evolução derivam de atividades consultivas de seus formuladores em órgãos definidores de política. Do ponto de vista da formulação de políticas de inovação, isso ajuda a explicar o crescimento da influência desse conceito em governos de diversos países. Do ponto de vista acadêmico, adianta-se que a visão que sustenta o conceito representou uma contraposição aos princípios de liberalismo que ganhavam força no tempo de seu surgimento na década de 1980, e que, não apenas por isso, guarda similaridades com a visão estruturalista latino-americana sobre limitantes do desenvolvimento industrial de economias atrasadas, guiada pela perspectiva liberal. (Capítulo 13).

Inserido na perspectiva do marco teórico evolucionista/neo-schumpeteriano, cujas premissas estão firmemente baseadas em pressupostos históricos, marcados por aspectos distintos das realidades social, econômica e política, o maior desafio do conceito é dar conta da complexidade e particularidade dos processos de inovação nos diferentes sistemas nacionais. O capítulo mostra que o conjunto de tentativas nesse sentido fez emergir duas diferentes concepções principais do sistema nacional de inovação (SNI), uma mais restrita e outra mais ampla. Essa divergência, associada à rápida difusão do conceito nos meios acadêmicos e dos

policy makers, gerou o uso indiscriminado do conceito. Para superar essa debilidade, destacam-se os esforços acadêmicos recentes para tornar a abordagem um instrumento mais formal, ou *more theory like*, de forma a ampliar sua funcionalidade.

O capítulo também oferece uma introdução às perspectivas menos dilatadas do que a nacional, pois, segundo se argumenta, a extensão territorial de muitas nações e as características mais proeminentes de determinados processos inovativos tornam as perspectivas regional, setorial e tecnológica mais adequadas.

Além disso, a visão neo-schumpeteriana da globalização como reflexo de uma revolução tecnológica serve como base para o apontamento de um conjunto de linhas de pesquisa com potencial em associar aspectos relevantes da globalização à perspectiva dos SNIs. Aprofunda-se a potencial ligação teórica entre as perspectivas de SNI e as cadeias globais de valor (CGV), destacando-se formatos dos vínculos contemporâneos firmados entre o espaço local e o global.

As raízes do conceito são apresentadas na seção 1, juntamente com uma breve aproximação da visão de Fernando Fajnzylber sobre limitantes do desenvolvimento industrial latino-americano. A seção inclui a diferenciação das visões ampla e restrita de SNI, discute os esforços recentes para tornar o *approach more theory like* e fundamenta as concepções regional (SRI), setorial (SSI) e tecnológica (STI) dos sistemas de inovação. A seção 2 é uma reflexão sobre globalização e SNI, que enfatiza a potencial ligação dessa perspectiva com a de cadeia global de valor. Ao término, estão as considerações finais.

1. SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: RAÍZES E DERIVAÇÕES CONTEMPORÂNEAS DO CONCEITO

1.1. Por que George Frederich List é considerado o precursor da noção de SNI?

Em muitos documentos sobre as raízes do conceito encontram-se referências a quem teria sido o pioneiro no uso do termo.¹ Não há dúvidas, no entanto, de que a contribuição de Freeman (1995) é paradigmática, por valer-se da identificação de regularidades e de fatos históricos, para compreender diferentes dinâmicas nacionais dos processos de inovação. O artigo em tela é também o 12º capítulo do livro *The Economy of Industrial Innovation*. O livro ampliou significativamente a compreensão de economistas e de estudantes das ciências sociais sobre

1. A primeira nota de rodapé de Albuquerque (2004) apresenta essa elegante e divertida polêmica.

determinantes do sucesso industrial e tecnológico inglês no final do século VIII e XIX, do norte-americano no início do século XX e do japonês no pós-Segunda Guerra. Os convincentes argumentos construídos nos diversos capítulos do livro, publicado em português em 2008, (FREEMAN; SOETE, 2008) se distanciam da explicação neoclássica sobre a relação entre crescimento e tecnologia, ao dar ênfase ao papel ativo do Estado na construção de condições para que as empresas inseridas em seus territórios se engajassem no desenvolvimento de tecnologias promissoras. Nessa linha, recentemente Mazzucato (2014) lembrou que o papel ativo e paciente do Estado, fornecendo grandes somas de recursos por longos períodos, explica o desenvolvimento de muitas tecnologias contemporâneas, inclusive as inseridas em dispositivos modernos como o *touch scream* dos *tablets*.

Em verdade, a abordagem ou perspectiva analítica de sistema de inovação não é exatamente uma novidade. O próprio Freeman, na subseção introdutória do referido capítulo, fez questão de lembrar que George Frederick List já havia contemplado diversos argumentos enfatizados no seu livro *Sistema Nacional de Economia Política*, de 1841. Como afirma Freeman: a obra “poderia perfeitamente ter sido denominada *The National System of Innovation*” (FREEMAN; SOETE, 2008, p. 504).

Entre os importantes aspectos ressaltados por List (1983) e alinhados às recentes pesquisas sobre SNIs,² Freeman deu ênfase à interdependência entre investimentos tangíveis e intangíveis; ao vínculo entre produção e instituições formais científicas e de ensino, e à aquisição de tecnologias importadas e seu melhoramento, para os processos de *catching-up* de países menos desenvolvidos.

O livro de List é uma passagem em revista às forças produtivas e às condições de desenvolvimento de diversas economias nacionais europeias. As análises críticas aos princípios do livre comércio contrapõem-se aos princípios defendidos pelos cientistas sociais de maior reputação à época (como Jean Baptista François Say, Quesnay e Adam Smith, por exemplo), como se percebe na seguinte citação: “acontece que a escola (clássica, defensora do livre comércio) deixou de levar em consideração a natureza das nacionalidades, seus interesses e condições específicas, e de harmonizar estes com a ideia da união universal e da paz perpétua” (LIST, 1983, p. 93).

Na visão de List, os benefícios do livre comércio seriam consequências e não causas das proximidades dos níveis de desenvolvimento das nações envolvidas. Nas palavras dele:

2. Freeman (1995) destaca o papel das instituições de ensino, treinamento e científicas, dos institutos técnicos, do aprendizado interativo entre produtor e usuários, da acumulação de conhecimentos, a adaptação de tecnologias importadas e a promoção de ramos industriais estratégicos.

[...] a economia nacional é a ciência que, avaliando corretamente os interesses existentes e as circunstâncias específicas das nações, ensina como cada nação individual pode chegar àquele estágio de desenvolvimento no qual a união com outras nações igualmente desenvolvidas e, conseqüentemente, a liberdade de comércio, podem tornar-se possíveis e úteis para ela (LIST, 1983, p. 94).

Em List, a capacidade das nações de criar forças produtivas é decisiva e derivada dos esforços despendidos para promoção da educação das gerações futuras, para promoção da moralidade, para elevação do poder da mente humana, para assegurar os direitos à justiça e à segurança pública, mas também o acesso às artes. Os aspectos institucionais e culturais determinantes da criação de forças produtivas eram menosprezados pela teoria clássica do valor de troca, cuja força residia na especialização e na divisão do trabalho. Para List, quando analisadas as perspectivas de desenvolvimento da nação, o modo de perceber as causas da geração de riqueza e de renda da teoria clássica do valor seria “totalmente insuficiente, levando a uma série de perspectivas estreitas e falsas” (LIST, 1983, p. 103).

Ao eleger as forças produtivas específicas como elemento causador das diferenças de prosperidade nacionais, List adianta-se a importantes linhas de pesquisa contemporâneas, associadas a perspectivas evolucionárias e sistêmicas, como a da mudança estrutural, da importância das instituições, da construção de capacitações, entre outras. Além disso, List implicitamente destaca a importância decisiva da geração, acumulação e difusão de conhecimentos para o processo de desenvolvimento econômico de cada nação.

Freeman (1995) credita à defesa de List e de economistas com opiniões semelhantes, o desenvolvimento na Alemanha de um dos melhores sistemas de educação técnica e de treinamento do mundo. Tal sistema não fora construído apenas com o que se entende genericamente como investimento em educação, mas por meio de políticas deliberadas de importação de tecnologias mais avançadas de países como a Inglaterra, seguida da aplicação de esforços tecnológicos próprios em ramos industriais estratégicos.³ Tal sistema se mantém como uma das fortes bases de sustentação da competitividade alemã até os dias de hoje.⁴

Assim como List, Freeman foi crítico ao *mainstream* econômico de sua época. Como destacou Shariff (2006), Freeman introduziu a terminologia sistema

3. O exemplo é o das máquinas ferramentas cujo desenvolvimento e uso demandavam habilidades especiais, ou conhecimentos tácitos encontradas apenas nos artesãos especializados.

4. List, certamente, estaria satisfeito com esse resultado. No prefácio da primeira edição do livro o autor destaca que duas coisas o estimulavam a publicá-lo naquele momento: i) as muitas coisas novas e verdadeiras (fruto de suas pesquisas e análises históricas); e ii) também algumas coisas que poderiam beneficiar a sua pátria, a Alemanha, que se encontrava em uma situação de subdesenvolvimento, em relação à Inglaterra naquele momento.

de inovação em artigo intitulado *Technological Infrastructure and International Competitiveness*, apresentado a um grupo de especialistas em ciência e tecnologia da OECD,⁵ em agosto de 1982, mas que não fora publicado à época. O motivo teria sido o destaque dado à relação entre fatores sistêmicos e o sucesso dos processos de desenvolvimento tecnológico, o que se distanciava do referencial neoclássico. Ocorre que a perspectiva normativa neoclássica ganhava força à época, o que tornaria a publicação das recomendações de Freeman (1982) um vetor em sentido contrário ao que logo se tornou o *mainstream* econômico.

Vê-se que tanto List como Freeman se afastaram do *mainstream* econômico de suas épocas ao ressaltar os aspectos qualitativos e sistêmicos necessários aos processos de emparelhamento tecnológico de países menos avançados.

1.2 Visão sistêmica no estruturalismo latino-americano

No mesmo período em que Freeman apresentou (mas não publicou) a terminologia Sistemas de Inovação, Fernando Fajnzylber (1983) revelara preocupações no mesmo sentido. Ao avaliar características e fraquezas do processo de industrialização latino-americano, enfatizara tanto o caráter sistêmico dos processos de inovação e desenvolvimento como o combate à concepção neoliberal.⁶ Na obra, o caráter imitativo e passivo das técnicas de produção geradas nas economias desenvolvidas era apresentado como a grande debilidade ao avanço da estrutura produtiva latino-americana, pois limitava as possibilidades de aprendizado, restringindo a criatividade em várias dimensões - econômica, política e social - dos atores nos processos de inovação (RODRIGUEZ, 2009).

Como atestaram Suzigan e Fernandes (2004), a visão sistêmica de competitividade de Fajnzylber também derivou de suas observações sobre políticas tomadas por diversos países para melhorar suas competitividades internacionalmente. Disso notou que a competitividade seria determinada por um amplo conjunto de elementos interligados, em que a empresa era apenas um elo importante de uma rede mais ampla que vincula sistema educacional, infraestrutura tecnológica, elementos institucionais público e privados, entre outros.

Em verdade, para Fajnzylber (1983), os países latino-americanos não possuíam um núcleo endógeno de dinamização tecnológica, em condições de gerar e absorver o progresso técnico. Este, tão presente no pensamento estruturalista

5. Segundo Shariff (2006), Freeman atuou como conselheiro da OECDE nesse período.

6. Aspectos da relação entre as contribuições neo-schumpeterianas e estruturalistas podem ser vistos em Lastres et al. (2007).

cepalino, constituía determinante da existência de heterogeneidade econômica e social entre os países. Para constituição desse núcleo endógeno, exigia-se um arranjo sistêmico compreendendo a participação das empresas privadas e de outros agentes e protagonistas sociais e públicos. Tal caminho deveria ser percorrido, uma vez que o progresso técnico não acompanha, de forma passiva, a acumulação. Decorre, sim, de esforços que se realizam no contexto microeconômico e na adoção de medidas institucionais em favor do aumento do acervo do conhecimento tecnológico, de incentivo aos setores portadores do progresso técnico, da política de inserção econômica internacional ativa, etc.

1.3 Por que a perspectiva de SNI é importante para compreender o crescimento econômico?

Como destacaram Chaminade, Lundvall e Haneef (2018), uma das maiores contribuições do conceito de SNI reside no oferecimento de uma explicação plausível sobre a causa das diferentes taxas de crescimento dos diversos países, relacionando-a a suas capacidades de construir vantagens competitivas no comércio internacional.

Historicamente, da década de 1980 para a de 1990, período marcado pela ampliação das evidências sobre o papel da tecnologia no crescimento econômico, merece ênfase a crítica neo-schumpeteriana aos avanços neoclássicos em torno da família de modelos de crescimento endógeno, ou seja, a crítica à nova teoria do crescimento. Se por um lado, Freeman e Soete (2008) reconheceram o avanço da inclusão do progresso tecnológico nos modelos, por outro lado, criticaram pela forma exageradamente esquemática e simplista que pretenderam resumir a complexidade de processos que ilustram as relações entre progresso tecnológico e crescimento econômico.⁷

O conteúdo empirista das contribuições neo-schumpeterianas, em particular os resultados das pesquisas dos historiadores econômicos, desautorizava conclusões de que um processo de convergência da renda entre as nações estaria condicionado a pouco mais do que a combinação de investimento em capital humano com abertura de mercado.

Nesse particular, a velocidade da difusão tecnológica no contexto de mudanças típicas de cada paradigma tecnoeconômico (FREEMAN; LOUÇÁ, 2004; PEREZ, 2003) assume grande relevância. Tais paradigmas se formam a partir de um

7. Tal processo ocorreria de maneira lenta e dependente de outros processos complexos, não previstos nos modelos neoclássicos, tais como a dinâmica das relações produtores e usuários de tecnologia, descrita e analisada por Lundvall (1988).

conjunto de inovações radicais associadas, que surgem em um determinado período e país/região e, paulatinamente, vão substituindo as tecnologias antigas por novas em um processo lento e progressivo de destruição criativa que invade toda a estrutura produtiva.⁸ Tal difusão não é automática, nem mesmo simples, pois provoca problemas de ajustamento estrutural. O processo de difusão típico de um novo paradigma requer, ao menos:

[...] a reformulação e uma nova configuração do estoque de capital, um novo perfil de aptidões da força de trabalho, novas estruturas administrativas e de organização do trabalho, um novo padrão de relações industriais e um novo padrão de regulação institucional e internacional (FREEMAN; SOETE, 2008, p. 566).

Entre as características do processo de difusão está o reconhecimento de que ele é mais rápido entre os setores produtivos mais próximos das novas tecnologias. Como implicação, SNIs marcados por estruturas produtivas com setores de baixa intensidade tecnológica estariam em piores condições de alcançar altos níveis de produtividade, comparando-se a economias que abrigam setores mais intensivos em tecnologia. Isso ajudaria a explicar os processos lentos de difusão tecnológica e a não convergência dos níveis de renda entre os países.

Adiciona-se ao processo de transição e firmamento de um novo paradigma a necessidade de contar com uma estrutura institucional ativa. Segundo Perez (2010b), no período de mudança de paradigma ocorrem oportunidades tecnológicas, cujos aproveitamentos são influenciados pela adaptabilidade e criatividade institucional do país. Neste contexto, países com marco institucional centralizador, ineficiente e sobrecarregado se deparam com maiores dificuldades de aproveitar as oportunidades tecnológicas em relação a outros, cuja dinâmica institucional funciona como forte suporte na promoção de mudanças técnicas. A mudança institucional exige destruição de regras e normas, inclusive de mercado, bem como a reestruturação do aparato e ações governamentais. O novo ordenamento institucional contribui não só para solidificar e difundir os hodiernos artefatos tecnológicos como também por incentivar a busca por novos elementos promovedores de transformação da estrutura tecnoprodutiva.

Disso entende-se que a compreensão sistêmica do crescimento econômico

8. Perez (2004) identificou cinco revoluções tecnológicas que deram lugar aos novos paradigmas tecnoprodutivos: 1) a Primeira Revolução Industrial (1771-1825); 2) a Era do Vapor e das Ferrovias (1829-1873); 3) a Era do Aço, da Engenharia e da Engenharia Pesada (1875-1920); 4) a Era do Petróleo, dos Automóveis e da Produção em Massa (1908-1974); e 5) a Era da Informática e das Telecomunicações (1971 até os dias de hoje).

abarca a mudança institucional e sua relação com a transformação do paradigma tecnoprodutivo em vigor. Assim, a perspectiva integra mudança institucional no SNI com transformações estruturais tecnoprodutivas de todo o sistema capitalista.

1.4 As visões restrita e ampla de SNI

Um dos grandes problemas associados ao conceito de sistemas de inovação é a existência de diferentes significados. Os dois *approaches* analíticos mais proeminentes emergiram dos resultados de grupos de pesquisadores liderados por Ben Ake Lundvall e Richard Nelson. Desde o início da década de 1990, os avanços em paralelos têm permitido a convivência pacífica e sem grande diálogo entre as duas abordagens. Por essa razão, não se pode apontar ainda um design dominante⁹ sobre o *approach* de SNI (NIOSI, 2002).

Em 1993, Richard Nelson organizou o primeiro estudo comparativo de larga escala tendo a perspectiva dos Sistemas Nacionais de Inovação como referencial analítico.¹⁰ O trabalho, visto como exageradamente focado em uma perspectiva restrita dos determinantes da inovação, notadamente na relação entre a tradicional estrutura de ciência e tecnologia, suas políticas e o desempenho inovador das empresas, apresentou esse caráter especialmente em alguns capítulos, em virtude da ausência “de um quadro analítico bem articulado e verificado, vinculando arranjos institucionais à performance tecnológica” (NELSON, 2006c, p. 429). Problema que, aliás, continua sendo foco de esforços contemporâneos.

O desafio da comparação foi enfrentado reconhecendo-se que certos aspectos, tais como o papel das universidades, da alocação das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e sua alocação, teriam de ser parte da investigação de todos os 15 países considerados. Essa decisão envolveu restrições de espaço (no livro) e recurso, o que não significa que a visão dos autores sobre os processos de inovação seja restrita ao conjunto de aspectos comuns à análise dos países. De fato, Nelson (2006c) destacou que os resultados dos capítulos tornavam evidente que um conjunto muito mais

9. A expressão design dominante tem conotação especial aos estudiosos da disciplina de economia da inovação. Foi utilizada primeiramente por James M. Utterback no livro *Dominando a Dinâmica da Inovação* (1975) e apoiou os conceitos de paradigma e trajetória tecnológica, posteriormente, definidos por Dosi (1982).

10. As comparações envolveram os seguintes grupos de países: grupo 1 (países grandes e com alto nível de renda - Estados Unidos, Japão, Alemanha, Inglaterra, França, Itália); países pequenos e com alto nível de renda (Dinamarca, Suécia, Canadá e Austrália); e países de baixa renda (Coréia, Taiwan, Brasil, Argentina e Israel).

amplo de fatores influencia a performance inovadora dos países. Mais do que isso, ressaltou que as características mais interessantes dos sistemas de inovação variam significativamente de um país para o outro. Nesse sentido, reafirma a amplitude das considerações que conduziram as investigações do livro ao destacar que:

[...] não se pode traçar uma linha divisória em torno dos aspectos da estrutura institucional nacional que se referem, predominantemente, à inovação em um sentido restrito excluindo todo o mais, e ainda apresentar um relato coerente sobre a inovação num sentido amplo (NELSON, 2006c, p. 458-459).

Mesmo assim, o estudo permitiu conclusões perturbadoras às relações de causa e efeito (quase) inequívocas, típicas de algumas correntes do pensamento econômico. Um exemplo, ligado à visão de List (seção 2.1), é o resultado de políticas protecionistas mais contemporâneas. O livro revelou que nem sempre elas servem ao objetivo de proteger inicialmente para formar competidores eficientes aos mercados grandes ou promissores no futuro. Esse resultado é especialmente relevante, pois é sabido que essas políticas podem custar muito caro. Por outro lado, as análises se distanciam da admissão da irrelevância das políticas protecionistas para o *catching-up* de SNIs menos desenvolvidos ou mesmo para um *foreign ahead* de SNIs mais desenvolvidos.¹¹

No texto, maior ênfase é dada às organizações de suporte às atividades de P&D, capazes de promover e disseminar conhecimentos relevantes (NELSON, 1993). Esta estrutura de apoio pró-inovação, por sua vez, se mostra distinta entre os países, considerando que as condições do desenvolvimento socioeconômico e político se apresentaram diferentes ao longo do tempo. As análises ressaltando diferenças no papel dos sistemas educacionais, intensidade de recursos naturais no território nacional, função das grandes empresas e das políticas tecnológicas em diferentes sistemas inovativos podem ser encontradas na obra coordenada por Nelson (1993).

A outra ênfase analítica, amplamente aceita e utilizada, emergiu dos estudos empíricos do grupo liderado por Lundvall, com foco nos sistemas de países nórdicos, de maneira especial a Dinamarca. Para o grupo, grande parte do sucesso dos sistemas desses países, em termos de adensamento industrial, capacidade inovativa e sustentação da competitividade, emergiu de processos de aprendizagem não intensivos em conhecimentos científicos. A competitividade de segmentos de máquinas e equipamentos da Dinamarca, por exemplo, teria sido consequência de um setor usuário capaz de imprimir uma interação inovadora de longo prazo com os produtores (LUNDVALL, 2002).

11. Sobre *catching-up*, *foreign ahead*, *falling behind* ver Abramovitz (1986) e Fagerberg e Srholec (2008).

De fato, trata-se de uma visão mais ampla sobre os determinantes da inovação por colocar peso nos processos de aprendizagem que emergem da interação entre as pessoas imersas em um ambiente social particular. Por essa razão, os autores ressaltam que tentar compreender os processos de inovação desconsiderando o contexto cultural e institucional seria algo demasiadamente limitado. Para além do aprendizado por P&D interna (*learning by searching*) e na interação com centros de pesquisa e universidades (*learning from advanced S&T*), consideram-se o *learning by doing*, relacionado a melhorias no ambiente de produção, o *learning by using*, relacionado a ganhos pelo aprendizado com sistemas complexos e o *learning by interacting*, relacionado a inovações de produto surgidas da interação de produtos e usuários. Sob essa visão, o recurso mais estratégico à dinâmica da inovação é o conhecimento que emerge do processo fundamental, o aprendizado.

É importante ressaltar que as formas de aprendizado a que Lundvall se refere não podem ser resumidas àquelas baseadas simplesmente em preços e quantidades, típicas da teoria neoclássica. Elementos como lealdade, confiança e poder ajudariam a explicar as formas de coordenação e cooperação em diferentes sistemas de inovação. Disso se deriva que a aprendizagem interativa e de longo prazo, capaz de transferir conhecimentos tácitos baseados em relações de confiança, encontraria menos barreiras onde estão presentes afinidades culturais e linguísticas, por exemplo (LUNDVALL, 2007).

As pesquisas que se derivaram dessa concepção ressaltaram dois modos de inovação, um denominado *S&T mode* e outro *DUI mode* (JENSEN *et al.*, 2007; LUNDVALL e LORENZ, 2012). Uma comparação eloquente sobre as diferenças desses dois modos de inovação pode ser encontrada na comparação dos processos típicos de inovação na Suécia e na Dinamarca. A comparação, realizada por Edquist e Lundvall (1993),¹² destaca que similaridades em renda per capita, em estilo de vida da população, em nível de tributação e em nível de presença do Estado, escondem diferenças cruciais nos processos de inovação. A sustentação do alto nível de desempenho do SNI sueco reside nos processos de inovação baseados fortemente no *S&T mode*, realizados por poucas empresas de grande porte, inseridas em setores de alta e média intensidade tecnológica. Já o desempenho dinamarquês repousa em processos de inovação definidos pela alta velocidade de difusão interna, de inovações realizadas fora do país, por um grande conjunto de empresas de portes bem inferiores às suecas, inseridas em segmentos de menor intensidade tecnológica.

12. Para uma análise mais recente dos sistemas de inovação sueco e dinamarquês ver respectivamente Bitard *et al.* (2008) e Christensen *et al.* (2008).

Uma das raízes da rápida difusão de inovações do sistema dinamarquês teria sido a organização cooperativa das fazendas de leite e carnes, inovação institucional de fins do século XIX, baseada em um sistema de educação, treinamento e consultorias técnicas capaz de promover, com velocidade, capacitação tecnológica a um grande conjunto de produtores. Com o tempo, o fortalecimento das ações cooperativas abriu espaço para a formação de *cluster* de empresas inovadoras em outros segmentos como o de máquinas e equipamentos e em outras etapas da cadeia de valor de carnes.

Nessa linha, em análise mais recente sobre o SNI dinamarquês, Christensen *et al.* (2008) destacaram que a maior parte dos *Cluster of Competence* de hoje derivam da especialização em ramos de agricultura e da indústria marítima. Argumentam que esses casos, tipicamente classificados como de baixa e média intensidade tecnológica, no caso dinamarquês, não significam baixa intensidade em conhecimentos. As empresas partes desses *clusters* seriam marcadas por alta capacidade de difusão de novas tecnologias, por alta frequência de inovações tecnológicas incrementais, mas também por grande capacidade em introduzir inovações não tecnológicas, ou seja, inovações organizacionais, de técnicas gerenciais e industriais, incluindo as de design, cruciais para sustentação das vantagens competitivas. A forma como as empresas aprendem, como interação com os atores do ambiente em que estão inseridas é a base dessa noção de sistema que prevê, antes de tudo, que o todo é maior do que a soma das partes, ou seja, a qualidade das relações que ligam as partes importam ao desempenho dos processos inovativos (LUNDVALL, 2007c). Sob essa perspectiva, duas dimensões seriam especialmente relevantes para a compreensão das especificidades e diferenças entre sistemas de inovação: a primeira, relacionada ao que é produzido no sistema e às competências necessárias para isso (LUNDVALL, 2007c); a segunda refere-se ao arranjo institucional, que definiria como ocorrem produção, inovação e aprendizagem (LUNDVALL, 2002).

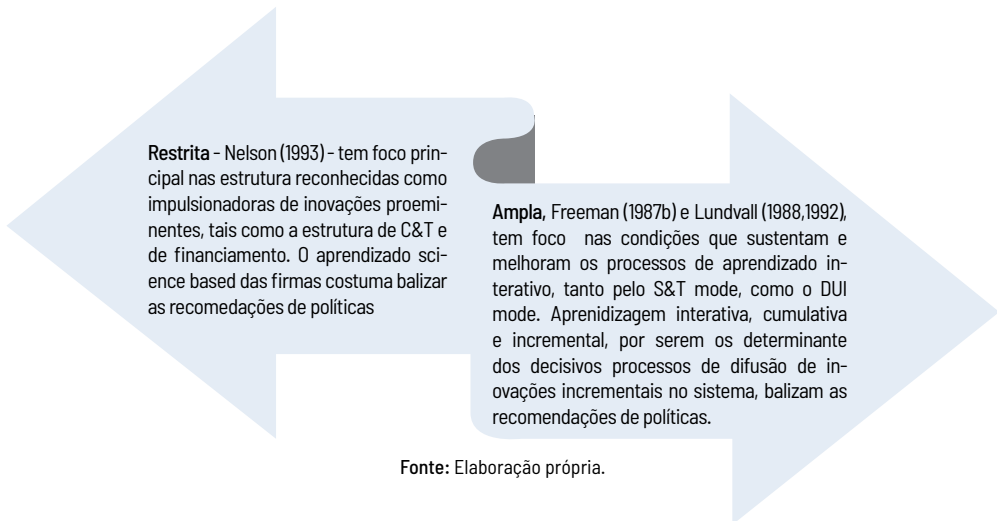
O conceito de Lundvall *et al.*, apresentado em 2009, sintetiza o que foi destacado até aqui. Para o autor, um sistema de inovação deve ser entendido como:

[...]an open, evolving and complex system that encompasses relationships within and between organizations, institutions and socioeconomic structures which determine the rate and direction of innovation and competence-building emanating from processes of science-based and experience-based learning". (Lundvall *et al.*, 2009c, p. 7)¹³.

13. O " (...) um sistema aberto, evolutivo e complexo que engloba relacionamentos dentro e entre organizações, instituições e estruturas socioeconômicas que determinam a taxa e a direção da inovação e da construção de competências emanadas de processos de aprendizagem baseada na ciência e na experiência" (LUNDVALL *et al.*, 2009, p. 7, tradução nossa)

A figura 1, a seguir, procura sintetizar os focos principais das abordagens restrita e ampla de Sistemas de Inovação, diferenciando-as.

Figura 1 – Focos principais das abordagens Restrita e Ampla de Sistemas de Inovação



1.5. SISTEMAS DE INOVAÇÃO: ESFORÇOS RECENTES EM TORNO DE UM APPROACH MORE THEORY LIKE

Desde os trabalhos seminais do início dos anos 1990, uma rápida e inesperada difusão do conceito pode ser verificada tanto nos documentos de política de inovação de diferentes países como em estudos acadêmicos. Países como Suécia e Austrália adotaram formalmente o conceito em suas estruturas de governo ou nos relatórios oficiais. Lundvall *et al.* (2002) mostraram também que diversas instituições internacionais incorporaram o conceito, com destaque para Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). Os estudos acadêmicos foram realizados para muitos países¹⁴ e, ora apoiados em uma ou em outra das perspectivas assinaladas acima, têm contribuído à compreensão das

14. Sobre o sistema chinês, por exemplo, Liu e Xielen (2001), procuraram compreender as mudanças no sistema comparando o período de planejamento centralizado com o período mais recente, a partir de uma abordagem original que procurou destacar as principais funções do sistema. Já Gu e Lundvall (2006) destacaram a importância das políticas de aprendizado para o avanço das competências das empresas e Motohashi e Yun (2007) destacaram que a capacidade de absorção de conhecimentos científicos e tecnológicos tem se revelado cada vez mais importante, assim como a exposição das empresas à concorrência e os financiamentos de C&T por parte do governo.

particularidades dos processos de inovação em cada território.

Não obstante, Edquist (2005) apontou a rápida difusão do conceito como raiz de uma fraqueza atual do *approach*, ou seja, o fato de muitos termos estarem sendo utilizados com diferentes sentidos.¹⁵ Isso o estimulou a tornar o *approach more theory like* (EDQUIST, 2005, p. 187).

Tal esforço não tem como horizonte especificar todos os componentes e suas relações, ou criar algo como teoria geral das inovações. A ideia é tornar o *approach* mais claro e consistente, de forma que seus componentes, relações, funções e extensão possam ser definidos, algo, aliás, bastante conveniente a qualquer pesquisa empírica. Por essa razão, são propostas algumas definições de termos-chave:

(i) Instituições: conjunto de hábitos, normas, rotinas, práticas estabelecidas, regras e leis que regulam relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações. Seriam as regras do jogo;

(ii) Organizações: estruturas formais conscientemente criadas e que possuem propósito específico;

(iii) Componentes: incluem (i) e (ii);

(iv) Constituintes: incluem os componentes e as relações entre eles;

(v) Função principal: perseguir os processos de inovação, incluindo a criação e a difusão de inovações;

(vi) Atividades: determinantes da função principal, todos os fatores que influenciam o desenvolvimento e a difusão de inovações;

(vii) Sistemas de inovação: determinantes do processo de inovação - todos os fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais e outros, que influenciem o desenvolvimento e a difusão de inovações;

(viii) Política de inovação: ações de organizações públicas que influenciam o desenvolvimento e a difusão de inovações.

Os autores chamam atenção especialmente para a conveniência do foco nas atividades (determinantes da inovação), de forma complementar ao tradicional foco nos constituintes, por tornar a perspectiva analítica mais dinâmica, mais focada no que acontece no sistema, e, portanto, mais alinhada à perspectiva schumpeteriana de análise dos processos capitalistas. Nessa direção, ainda que reconheçam que não há consenso sobre as principais atividades do sistema, dez principais foram apresentadas em Edquist, (2005), subdivididas por tema, discutidas e detalhadas em Edquist e Chaminade (2006), e aplicadas empiricamente em Edquist e Hommen (2008), gerando 10 atividades que reconhecidamente-

15. Um exemplo é o uso do termo instituições (EDQUIST, 2005, p. 186).

possuem papel decisivo à geração e à difusão (EDQUIST, 2005).¹⁶ São eles:

1. Fornecimento de P&D, criando novos conhecimentos, especialmente em engenharia, medicina e ciências naturais;
2. Construção de competências na força de trabalho para serem utilizadas em inovação e P&D;
3. Formação de mercados para novos produtos;
4. Articulação dos requisitos de qualidade de novos produtos;
5. Criação e remodelagem de organizações necessárias ao desenvolvimento de novos campos de inovação.
6. Redes por meio de mercados e outros mecanismos, incluindo aprendizagem interativa, entre as diferentes organizações potencialmente envolvidas nos processos de inovação;
7. Criação e transformação institucional capazes de influenciar organizações inovadoras e processos de inovação, provendo incentivos e removendo obstáculos, por exemplo, leis de patentes, impostos, regulamentações ambientais, etc.;
8. Atividades de incubação a novos esforços de inovação, como os parques tecnológicos, por exemplo;
9. Prover financiamentos aos processos de inovação;
10. Prover serviços de consultoria.

O esforço de Edquist em construir um *framework* que permita identificar os processos mais importantes para uma performance satisfatória dos sistemas de inovação alinha-se a contribuições de autores conhecidos como funcionalistas, como Rickne (2000), Liu e Xielen (2001), Carlsson *et al.* (2002), Hekkert *et al.* (2007) e Bergek, *et al.* (2008).

Também Lundvall (2002) já reconhecera o valor do aprofundamento conceitual, no sentido de torná-lo mais teórico. No entanto, o próprio autor destaca que o perigo de partir para algo como o estabelecimento de relações causais definitivas é procedimento que apoia mais as ciências naturais do que as sociais (LUNDVALL, 2007c). Lembra ainda, em entrevista concedida a Sharif (2006), que o tipo de teoria que importa para compreender os sistemas de inovação precisa ter uma dimensão espacial (geográfica) e temporal (histórica) muito forte, pois os sistemas de inovação teriam diferentes significados e em diferentes

16. Importante dizer que não há ordem de importância das atividades.

17. Também entrevistado por Sharif (2006), Richard Nelson destacou que entende o trabalho de Edquist como a construção de uma estrada para algo, mas que não está claro se essa é uma boa estrada a ser seguida.

períodos e localizações.¹⁷ Nesse sentido, lembra que o *approach* de SNI, por representar um dispositivo de foco, cumpriria com o que há de mais interessante e útil nas ciências sociais, exatamente, ser um dispositivo de foco, ou um referencial analítico.¹⁸

Por sua vez, Lundvall (2007c) sugere um bom caminho para análise dos SNIs:

- Primeira etapa: saber o que acontece dentro da firma em termos de inovação e construção de competências;
- Segunda etapa: analisar as atitudes das firmas em termos de competição, cooperação, formação de redes, e como as firmas interagem com a estrutura de conhecimento;
- Terceira etapa: explicar diferenças internacionais a esse respeito tendo como base especificidades nos sistemas de educação, mercado de trabalho, mercado financeiro, regime de bem-estar e regime de propriedade intelectual;
- Quarta etapa: utilizar a organização da firma e sua posição nas redes para explicar especialização, competitividade e performance de crescimento do sistema de inovação.

Resumidamente, o foco nas atividades procura definir um referencial analítico que limite o uso abusivo do termo sistema de inovação, além de estimular as análises comparativas. Mesmo que essa abordagem tenha resultado em interessantes contribuições, tanto a compreensão do funcionamento de diferentes sistemas de inovação (EDQUIST; HOMMEN, 2008) quanto a definição do foco de políticas (EDQUIST, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2014), não se pode ainda tê-la como design dominante.

Ainda que de forma breve, pelo menos uma crítica ao referencial centrado nas atividades é pertinente. Ele parece adequar-se mais à análise de SNIs de países desenvolvidos do que pobres ou em desenvolvimento. Os gargalos estruturais que acompanham a formação de SNIs, como o brasileiro, por exemplo, apontam a importância fundamental de problemas menos relevantes em países desenvolvidos. Nesse sentido, pelo menos duas dimensões analíticas precisariam ser adicionadas à perspectiva das atividades: a primeira é a especificidade dos regimes macroeconômicos, por influenciarem as decisões microeconômicas que moldam os “padrões de financiamento, de governança corporativa, de comércio exterior, de concorrência e de mudanças técnicas” (COUTINHO, 2005, p. 430).

18. Sharif (2006) sugere que as intenções de Lundvall em comparação às de Edquist estejam menos interessadas no avanço conceitual acadêmico e mais relacionadas a seu uso para fins de definição de políticas.

É evidente que regimes malignos podem limitar sensivelmente a atividade inovadora e, assim, tornar a política de inovação um esforço de “enxugar gelo”. Por outro lado, um regime benigno guarda o potencial de tornar-se fundamento do avanço para o desenvolvimento, exatamente por impulsionar as principais funções dos sistemas de inovação. A segunda dimensão é a das inovações para a inclusão social. Esse novo ramo dos estudos da perspectiva sistêmica da inovação, parte corretamente do pressuposto de que a intensificação de inovações tecnológicas e mesmo a aceleração do crescimento econômico dela resultante, não significam, necessariamente, redução dos níveis de pobreza e desigualdade de um país. Com foco nessa debilidade, os estudos têm utilizado a perspectiva sistêmica para identificar novas práticas sociais capazes de mudar a realidade da população de baixa renda. A característica das inovações sociais é envolver a população-alvo em todo o processo, desde as etapas de concepção às de execução das ações. Isso costuma resultar em soluções de problemas sociais persistentes de forma significativamente nova e eficaz.¹⁹ O estudo seminal para a América Latina, coordenado por Dutrénit e Sutz (2014), mostra como essas práticas, amplamente difundidas atualmente, e estimuladas pelas contribuições de Amartya Sen, são convenientes à análise dos sistemas de inovação latino-americanos.

De forma conclusiva, a abordagem de sistemas de inovação surgiu como uma forma de explicar como o processo histórico de desenvolvimento tecnológico tornou possível a persistência de taxas de crescimento diferentes entre os diversos países alinhando-se à perspectiva da heterodoxia econômica. O fundamental peso da história na explicação ao acúmulo de conhecimentos em um território, como essência da competitividade deste, foi complementado com o passar do tempo por esforços teórico-analíticos que compreenderam diferenças substanciais das causas dos diferentes desempenhos, aumentando assim o peso das particularidades. Mais recentemente, revisões sobre o que já se compreende sobre os determinantes das inovações permitiram um retorno à valorização das

19. As inovações sociais podem envolver nomenclaturas distintas como as *grassroots innovations*, *inclusive innovation* e *pro-poor innovations*.

virtudes da comparabilidade.

Para apoiar uma síntese do leitor, o Quadro 1 apresenta os pesos de alguns critérios analíticos em cada uma das perspectivas dos sistemas nacionais de inovação.

Quadro 1 – Peso de critérios dados pelas perspectivas analíticas

Perspectiva (autores)/ Critério	Comparabilidade	Amplitude	Elementos Históricos
Freeman	X	XX	XXX
Lundvall	X	XXX	XX
Nelson	XXX	X	X
Edquist	XXX	XX	X

Fonte: Elaboração própria.

1.6. SISTEMAS DE INOVAÇÃO: DEMAIS DIMENSÕES DE ANÁLISE

A possibilidade de identificar sistemas de inovação em vários níveis alimenta o desacordo entre acadêmicos e *policymakers* sobre a dimensão relevante à análise e foco. Na breve discussão a seguir, são introduzidos aspectos de concepção e uso das perspectivas setorial, regional/local e tecnológica, com o objetivo de destacar ao leitor o sentido das divergências.

1.6.1 Perspectiva setorial

Sistemas setoriais de inovação (SSI): o leitor já deve ter em mente que a análise de sistemas de inovação inclui a forma como uma multiplicidade de atores interagem nos processos de aprendizagem e inovação, influenciando a dinâmica de transformação e o desempenho do sistema. No caso dos SSI, não é diferente. Empresas produtoras, clientes, fornecedores, universidades, agências governamentais, associações patronais e trabalhistas do setor são elementos (atores) a serem analisados. No entanto, diferentes regimes tecnológicos (MALERBA; ORSENIGO, 1997) marcariam a dinâmica evolucionária setorial. Especificamente, diferentes condições de oportunidades tecnológicas, de cumulatividade de conhecimentos necessários para inovar, de acessibilidade dos

20. Oportunidades tecnológicas refletem a facilidade da inovação dado um montante de recursos investidos. As condições de apropriabilidade refletiriam as diferentes possibilidades de proteger a inovação da imitação, enquanto a propriedade de cumulatividade do conhecimento significa o acervo de conhecimento acumulado ao longo do tempo.

conhecimentos relevantes aos processos de inovação, assim como as características da natureza do conhecimento relevante²⁰ influenciam a formação setorial de padrões de aprendizagem, de inovação, e a construção de competências (MALERBA, 2002).

Um sistema setorial de inovação e produção seria um conjunto de produtos novos e já estabelecidos para um uso específico e o conjunto de agentes que realizam interações de mercado e não mercado para criação, produção e venda dos produtos (MALERBA, 2002, p. 250). Os limites das fronteiras dos sistemas setoriais seriam exatamente complementaridades e interdependências em um dado período.

Malerba (2002) esclarece que a perspectiva evolucionária/schumpeteriana na qual se baseia o conceito proposto dá ênfase à transformação (mudança) ao longo do tempo, alinhando-se à literatura sobre o ciclo de vida dos produtos; ao potencial de estímulo à inovação e ao crescimento dado pela interdependência e complementaridades industriais, cujas fronteiras (setoriais) mudariam também com o tempo, e à variedade de agentes envolvidos nos processos de inovação.

Além de importantes avanços teóricos,²¹ a visão dos sistemas setoriais tem sido amplamente utilizada em trabalhos acadêmicos como monografias, dissertações, teses, livros e relatórios de pesquisa. Após estudos de SSI localizados em diferentes países europeus, Malerba (2004) destacou que as principais vantagens dessa perspectiva residem em uma melhor compreensão da estrutura e dos limites setoriais, dos agentes e suas interações, dos tipos de transformações setoriais, dos processos de aprendizagem e inovações típicos de cada setor, e dos fatores que diferenciam a performance de empresas e países em um setor (MALERBA, 2004, p. 10).

Trabalhos sobre SSI de países em desenvolvimento têm permitido ampliação da compreensão de diversas especificidades nos processos de inovação.²² Malerba e Nelson (2011), por exemplo, identificaram fatores específicos que ajudam a compreender o *catching-up* em seis diferentes sistemas setoriais. São eles: universidades fazendo pesquisa para o setor farmacêutico, fornecedores para a indústria automobilística, disponibilidade de capital de risco para o setor de software, políticas de apoio à P&D no setor de telecomunicação e de semicondutores, e organizações de pesquisa em agricultura.²³ Esses resultados empíricos lhes per-

21. Ver por exemplo Geels (2004).

22. Para mais ver Malerba e Mani (2009).

23. Alguns fatores similares foram destacados também: capacidade de aprender e de construir capacidades das firmas domésticas; acesso a conhecimentos (know-how) externos às fronteiras do país; ter capital humano qualificado e políticas governamentais ativas.

mitiram enfatizar a necessidade de se afastar das referências neoclássicas, como a teoria das vantagens comparativas sobre o comércio internacional, e ampliar a compreensão sobre as diferentes dinâmicas setoriais, tanto para uma perspectiva analítica como para definição do design de políticas industriais e de inovação.

1.6.2 Perspectiva regional/local

Sistemas regionais e locais de inovação (SRI): dentro de um país, regiões guardam diferenças significativas no que se refere às suas constituições históricas, culturais, institucionais, políticas e econômicas. Isso aponta a proximidade territorial como um local propício à análise de sistemas de inovação, sendo destaque as abordagens que tratam dos sistemas regionais de inovação (SRIs) e os sistemas locais de inovação (SLIs). De fato, foram os geógrafos econômicos os primeiros a reconhecerem o potencial de um approach sistêmico da inovação (JUROWETZKI; LUNDVALL; LEMA, (2018).

Cooke, Uranga e Etxebarria (1997), ao utilizarem os conceitos de regionalização e regionalismo, deram uma contribuição seminal à identificação das configurações dos sistemas regionais. A regionalização estaria associada ao grau de autonomia e de competência das regiões para desenvolver políticas e gerenciar recursos necessários capazes de melhorar os processos de inovação, como a infraestrutura de Ciência e Tecnologia (C&T). O regionalismo, por outro lado, refere-se a aspectos do potencial da base cultural capazes de influenciar os processos de inovação.

Um argumento central nessa perspectiva é de que a proximidade dos atores numa determinada região cria condições de transbordamento do conhecimento e difusão do conhecimento tácito. Detalhadamente, por estarem situados na mesma área geográfica, os atores compartilham um conjunto de valores e cultura que permite a interação face a face facilitando, assim, a troca de conhecimentos que aceleram os processos de aprendizagem. Permite, também, que os agentes respondam, de forma rápida, às mudanças que estão ocorrendo no ambiente competitivo de que participam, compreendendo e absorvendo as novas formas de conhecimento (COHEN; LEVINTHAL, 1990). A importância do aprendizado pelo modo DUI (doing, using, interacting), atualmente pode ser vista, por exemplo, em Cooke (2016).

Assim, valores como solidariedade, engajamento cívico, reciprocidade e confiabilidade entre os atores são considerados importantes para a ocorrência de ação coletiva em muitas dimensões, inclusive à inovação (COOKE, 1998). Tais manifestações contribuem para a conformação de instituições formais definidoras das regras do jogo - normas, regras, leis -, bem como informais - valo-

res, visão, conduta, intenção, hábitos (NORTH, 1990). Neste quadro, as instituições são fundamentais para a existência de uma identidade coletiva que auxilia no desenvolvimento das ações cotidianas dos atores e no estabelecimento de estratégias regionais de maior alcance. Como observam Doloreux e Parto (2005, p. 8), “[...] as instituições operam por meio de diferentes arenas, que podem ser agrupados em níveis de inter-relação (indivíduos, organizações e sociedade), escalas de governança (local, regional e nacional) e sistemas (econômico, social e político).”²⁴

Em verdade, regiões são marcadas por *path dependences*, demonstrando que a história importa na construção do desenvolvimento, dado que o passado possibilita, no presente, construir a estrutura desejada no futuro. Há, assim, espaço para mudanças nas trajetórias de desenvolvimento regional. Como observa Wolf (2000, p. 11), “[...] não faltam exemplos de localidades e regiões que alteraram sua trajetória de desenvolvimento através de esforços coletivos para melhorar a sua dotação de seus fatores produtivos e institucionais”. Desse modo, como regiões podem avançar, podem também regredir, em seus processos de desenvolvimento. Regiões podem se deparar com dependência do caminho que conduz a *lock-ins* políticos, estruturais e cognitivos, que se tornam obstáculos à constituição de trajetórias de desenvolvimento dentro de um novo paradigma tecnológico. Para Cooke e Porter (2009) a saída de uma situação socialmente indesejada de *lock-in*, mesmo de um sistema local avançado, pode depender da co-evolução desencadeada a partir dos subsistemas científicos, culturais, de mercado, industriais e políticos, mas eventualmente envolvendo todos eles em sincronia efetiva. Em outras palavras, uma evolução institucional virtuosa do sistema local como resposta à pressões do contexto econômico, por definição, em constante mutação, pode depender de diferentes dimensões da atuação humana. Avanços teóricos sobre as ligações causais entre essa dinâmica do conhecimento, a inovação e o desenvolvimento de novos caminhos podem ser encontrados em Boschma (2018).

Contudo, é certo que existem limites de atuação de um sistema regional de inovação. A existência de redes e instituições extrarregionais, como mecanismos de geração e circulação do conhecimento, constitui instância que está além do espaço regional. Em adição, Ashein e Gertler (2007) afirmam que os sistemas regionais de inovação não são suficientes por si sós, para manterem uma economia globalizada. As empresas devem ter acesso aos sistemas nacionais de inovação e até sistemas supranacionais de inovação. Com isso, empresas que participam de

24. Sobre trabalhos no Brasil alinhados à perspectiva de Lundvall, ver o capítulo 13.

sistema regional de inovação devem expandir suas ações além de suas próprias fronteiras, considerando que estão integradas numa economia globalizada. Logo, há necessidade de considerar várias conexões colaborativas. Afinal, as empresas, atuando numa economia global, mantêm filiais e representantes, bem como fornecedores e clientes em diversos espaços regionais e nacionais. Em consonância, Doloreux e Parto (2005, p. 144) afirmam: “o que parece marcar as empresas inovadoras de maior sucesso é a capacidade de se conectar com diferentes sistemas de inovação, como uma fonte de vantagem competitiva, estar conectado a uma rede mais ampla que oferece uma variedade de fontes de conhecimento [...]”.

1.6.3 Perspectiva tecnológica

Sistemas tecnológicos (ST): a abordagem de ST diferencia-se das demais por duas razões. Primeiramente, por focar tecnologias genéricas com aplicações em muitas indústrias, não havendo limite setorial. Em segundo lugar, por não prever fronteiras espaciais, como as abordagens dos SNIs e os SRIs.

A natureza e os limites dos sistemas tecnológicos residem nas redes de agentes voltados à resolução de problemas relacionados a uma tecnologia básica nova, um novo paradigma tecnológico (DOSI, 1982). Isso pode envolver competências e relações diversas, por exemplo, entre compradores-fornecedores, universidades e empresas, redes informais diversas, participação em conferências, etc.

Seguindo o artigo seminal de Carlsson e Stankiewicz (1991), os sistemas tecnológicos podem ser definidos como redes de agentes interagindo em uma área industrial/econômica sob uma infraestrutura institucional particular e envolvendo geração, difusão e utilização de tecnologia. Consistem em redes de competência pelas quais fluem conhecimentos relevantes, sendo que, na presença de empreendedores e suficiente massa crítica, essas redes podem ser transformadas em blocos de desenvolvimento.

A noção de bloco de desenvolvimento é decisiva nessa perspectiva. Sua raiz schumpeteriana é encontrada na ênfase à inovação como condição primordial ao processo de desenvolvimento do bloco. A criação de oportunidades é o que torna a inovação condição necessária, enquanto o aproveitamento seria a condição suficiente. Assim, o embrião do bloco de desenvolvimento é uma tecnologia básica, o novo paradigma tecnológico (DOSI, 1982), enquanto que a fertilização do embrião, que permitirá seu desenvolvimento, dependeria da capacidade dos empreendedores de reconhecer e mobilizar os recursos disponíveis de maneira que os agentes, definidos por habilidades complementares, se engajem em suas competências com o foco na resolução de problemas tecnológicos derivados da tecnologia básica. Os fluxos de conhecimentos e as redes de competências

constituídos e sua evolução definirão a configuração particular de cada sistema tecnológico. Carlsson e Stankiewicz (1991), Carlsson *et al.* (2002).

O papel decisivo do empreendedor, de transformar a rede em um bloco de desenvolvimento, seria facilitado quando há disponibilidade de um conjunto grande de recursos. Isso torna tal agente ainda mais relevante quanto mais escassos forem os recursos. Nessa perspectiva, o empreendedor não está restrito à visão tradicional do empresário arrojado. Identificar o empreendedor consiste em perceber quem tem a visão e atua, mobilizando recursos capazes de consumir o bloco de desenvolvimento. Um bom exemplo foi a atuação do Ministério de Indústria e Comércio Exterior (MITI) japonês em meados do século XX.

Outra consideração relevante diz respeito à noção de massa crítica, por não se restringirem as visões que a resumem em variáveis como nível educacional formal ou mesmo outras que retratem a educação superior de qualidade. As variáveis capazes de gerar massa crítica envolveriam desde um sistema de pesquisa básica eficiente até a capacidade do país de prover qualidade de vida à população, passando pelo formato organizacional típico das firmas (CARLSSON; STANKIEWICZ, 1991). No Japão da segunda metade do século XX, por exemplo, o esquema de trabalho nas empresas, que combinava rotação dos trabalhadores nas diversas atividades à garantia de emprego de longo prazo, teria gerado massa crítica nas diversas atividades relacionadas à engenharia reversa. Mais do que isso, a nova forma de capacitação dos trabalhadores veio acompanhada de inovação organizacional da produção, revelada pelas firmas integradas em rede. Tal formato impulsionava os processos inovativos por meio da interação produtor-fornecedor em vários níveis, e, paulatinamente, superou o formato organizacional das grandes empresas verticalizadas, típica do padrão norte-americano (ARRIGHI, 1997).

O potencial do conceito já bem explorado empiricamente em Carlsson (1995; 1997) vem sendo utilizado em estudos sobre novas tecnologias, como em Jacobson e Bergek (2004), para energias renováveis.

De acordo com Chaminade, Lundvall e Haneef (2018) em termos de perspectivas teóricas, a abordagem do sistema regional tem a maior similaridade com a abordagem ampla de SNI. A ênfase na microeconomia evolutiva em detrimento da aprendizagem organizacional da perspectiva setorial a afasta da abordagem ampla de SNI. Já o foco em tecnologias emergentes da perspectiva de sistemas tecnológicos assume especial relevância, uma vez que contrasta com a ênfase na aprendizagem interativa, cumulativa e incremental da abordagem de SNI.

2. SISTEMAS DE INOVAÇÃO E MUDANÇAS CONTEMPORÂNEAS EM ESCALA GLOBAL

A visão sobre o que define o processo de globalização contemporânea é decisiva. Uma visão simplista poderia supor que a espantosa difusão das tecnologias de informação e comunicação dos últimos 20-30 anos ao intensificar os fluxos de informação e conhecimentos estaria diminuindo o papel dos SNIs, já que tais informações estariam cada vez mais disponíveis a todos. Niosi e Bellon (1994), ao analisarem a intensificação dos fluxos de informações do binômio C&T, refutaram essa hipótese ao perceberem que a dimensão territorial continuava a ser relevante, pois países de pequenas dimensões (Canadá, Suécia e Holanda) apresentaram fluxos mais intensos do que grandes, como os Estados Unidos da América. Com isso, concluíram que a intensificação da internacionalização não suprime a dimensão nacional e regional dos sistemas, mas muda sua funcionalidade à medida que algumas de suas atividades tradicionais são transferidas para redes internacionais. Nesse sentido, também Chang (2009), em análise sobre as indústrias de circuitos integrados e biotecnologia de Taiwan e do Reino Unido, ressaltou o papel dos sistemas nacionais e regionais na melhora das capacitações inovadoras das empresas envolvidas em fluxos internacionais de informação. Por isso, a capacidade de integrar a complexidade das informações e dos conhecimentos potencialmente envolvidos nos novos fluxos internacionais com as capacitações já construídas em cada país/região/setor reforça o papel dos sistemas de inovação, no atual contexto.

Como contexto das transformações contemporâneas globais às quais devem se adaptar os sistemas de inovação, os economistas neo-schumpeterianos costumam apontar para o paradigma tecnoproductivo que emergiu da revolução tecnológica das TICs (PEREZ, 2003; FREEMAN; LOUÇÃ, 2004). Tal revolução é a última de cinco verificadas nos últimos 250 anos, sendo que, em cada uma, o sistema capitalista se expandiu abarcando novas regiões de produção e consumo (ver Capítulo 2). Suas regularidades históricas revelam sentidos da ordem de transformação da máquina capitalista que permitem, por exemplo, prever a emergência de uma nova onda de desenvolvimento para futuro próximo.²⁵

Tão interessante quanto essa capacidade (ou pretensão) preditiva do modelo de análise é que cada revolução implica um sentido comum para inovações tecnológicas e organizacionais. Isso porque o *start* às revoluções é dado pela

25. Provavelmente, baseada em tecnologias como nanotecnologia, biotecnologia e tecnologias verde.

realização de grandes inovações por um conjunto restrito de empresas, geograficamente concentradas. Essas inovações radicais representam mudanças de paradigmas por abrirem novas trajetórias tecnológicas, o que representa um grande potencial de incrementos inovativos tecnológicos e organizacionais. As intensas transformações iniciam em um conjunto restrito de segmentos produtivos e, progressivamente, vão se difundindo para outros. Como destacado acima, um novo paradigma tecnoeconômico vai se revelando em um processo de destruição criadora que, com o tempo, passa a ter um sentido bem definido e irreversível (PEREZ, 2003).

Assim, a máquina capitalista se transforma e se expande territorialmente (globaliza), norteada pelo sentido comum das inovações, ou seja, pelo processo de substituição de velhas práticas por novas, por mudança paradigmática tecnoproductiva.

O sentido principal das transformações contemporâneas foi apontado em Perez (2003) nos seguintes aspectos: integração descentralizada ou integração em redes de empresas; uso intensivo de informações e comunicação instantânea, propiciado pelas TICs; aumento da cooperação dentro e fora dos sistemas locais; interação entre o global e o local; ampliação do valor adicionado por intangíveis; proliferação de nichos de mercado; aproveitamento de economias de especialização combinadas às de escala; e heterogeneidade, diversidade e adaptabilidade dos atores envolvidos nos processos de produção e inovação. Da visão neo-schumpeteriana sobre a globalização como reflexo de uma revolução tecnológica emerge um conjunto de linhas de pesquisa com potencial para associar aspectos relevantes da globalização à perspectiva dos sistemas de inovação. Entre elas destacam-se: formação de redes globais de valor (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2011; JUROWETZKI; LEMA; LUNDVALL, 2018); internacionalização das atividades de P&D (GRANSTRAND; HÅKANSON; SJÖLANDER, 1993); intensificação dos fluxos internacionais de conhecimento científico e tecnológico (NIOSI; BELLON, 1994); aprendizado pela abertura de novos mercados e pela exportação (WAGNER, 2007), assim como papel do ambiente local.

A seguir, foca-se nas tentativas recentes de integração da perspectiva de sistemas de inovação com as de Cadeias Globais de Valor e, em seguida, do papel do Investimento Direto Externo (IDE).

2.1 Sistemas de inovação e cadeias globais de valor

Registram-se estudos recentes de integração da perspectiva de sistemas de inovação com a perspectiva de cadeias globais de valor, doravante CGV, por seu

aparente alto potencial teórico-analítico. As análises envolvendo CGV remontam ao último quarto do século XX, período de irrupção e desenvolvimento da revolução das TICs, motivadores do processo de globalização contemporâneo. Uma força poderosa do movimento de integração mundial por meio de CGV são as estratégias das grandes corporações em concentrarem suas atividades tecnológicas nas reconhecidas centrais (*core competences*). O consequente fenômeno de multiplicação das terceirizações de atividades produtivas, reconhecido por Perez (2010a) como hipersegmentação tecnológica, pode beneficiar diferentes sistemas de inovação, dependendo de fatores como: capacitações tecnológicas já desenvolvidas, potencial do mercado interno, infraestrutura física (não apenas de C&T), distância geográfica de grandes mercados ou de parceiros tecnológicos, nível de abertura econômica, marco regulatório, entre outros. A ideia central das CGVs é de que as várias atividades em uma cadeia de valor possuem diferentes potenciais de agregação de valor. Atividades intangíveis como P&D e desenvolvimento de marcas teriam potencial superior às de produção/montagem, por exemplo.

Sabe-se, contudo, que as atividades com maior potencial são as menos terceirizadas aos países em desenvolvimento.²⁶ Para Jurowetzki, Lema e Lundvall (2018), um dos benefícios da integração dos *approaches* de SNI e das CGVs estaria exatamente em compreender a contribuição para o desenvolvimento econômico das diferentes formas de ingresso de empresas (ou *clusters* de empresas), localizadas em países em desenvolvimento, em cadeias globais de valor. Nesta perspectiva, insere-se a contribuição de Humphrey e Schmitz (2000), que sinalizam a importância de as firmas ou *clusters* realizarem esforços internos voltados em aumentar a capacidade de agregação de valor na CGV, por meio do desenvolvimento de *upgradings* de processo (reorganização do sistema de produção), de produto (aperfeiçoamento de produtos antigos e introdução de novos) e de funcionalidade (desenvolvimento de logística, design, marketing).

Neste tratamento, assumem relevância as formas de governança das relações que se estabelecem entre as empresas participantes das CGVs. Gereffi, Korzeniewicz e Korzeniewicz (1994), Gereffi e Kaplinsky (2001) e Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005) definiram diferentes formas de governança, de acordo com os distintos graus de competência dos fornecedores e de codificação e complexidade das transações estabelecidas nas cadeias de valor. Em destaque, os tipos de comando exercidos por estruturas *producer-driven* e *buyer-driven*. As CGVs

26. Isso não significa que não existem diferenças entre os países em desenvolvimento, como discutido a seguir, sobre as atividades de P&D das filiais de multinacionais.

producer-driven constituem um modelo que conta com indústrias intensivas em capital e em tecnologia, sob comando de multinacionais atuantes em segmentos como o de automóveis e computadores, cujas competências centrais estão firmadas em P&D, alianças estratégicas, investimentos em capacitações, etc. Enquanto isso, as CGVs *buyer-driven* contam com participação de indústrias intensiva em trabalho e de baixo conteúdo tecnológico, como as ligadas aos segmentos têxtil-vestuário e calçados e subordinadas aos grandes varejistas mundiais, que impõem às empresas produtoras as especificações e desenhos dos produtos a serem adquiridos. Enquanto no primeiro tipo reina maior complexidade tecnológica, fortes interações com fornecedores e intensa dinâmica inovativa; no segundo, encontram-se estruturas de menor conteúdo tecnológico, habilidades genéricas e atores ligados sob o signo da lógica produtiva.

Da perspectiva de sistemas de inovação, importa a maneira como os fluxos de conhecimento transitam pelas redes. Como notaram Jurowetzki, Lema e Lundvall (2018), as categorias utilizadas pelos autores para definir o formato das transações em cada uma das formas de governança estão intimamente ligadas à perspectiva de sistemas de inovação, por colocarem em evidência não apenas a complexidade do conhecimento e da informação envolvidos, mas especialmente, as possibilidades de codificação da informação. Nesse sentido, o texto aponta para a potencial ligação entre os modos de governança, apontados pela literatura de CGV, e a taxonomia sobre o conhecimento, realizada por Lundvall e Johnson (1994), que identificaram o *know-what*, *know-why*, *know-how* e o *know-who*, como formas de conhecimento relevantes do atual contexto econômico. Por essa razão, pode-se afirmar que as formas de governança sustentam os padrões de aprendizado em que se engajam as empresas e, conseqüentemente, seus potenciais de capacitação.

Para Pietrobelli e Rabelotti (2009), nas cadeias globais de valor baseadas no mercado, em que apenas empresas de alta qualificação poderiam participar, o aprendizado se daria por *spillovers* de conhecimento e por imitação. Nas cadeias modulares, a pressão das empresas líderes da cadeia por produzir componentes tecnicamente padronizados para seus produtos, geraria o principal estímulo ao aprendizado contínuo de seus fornecedores. Nas cadeias do tipo relacionais, as fortes complementaridades de competências definiriam a interação face a face como a principal forma de aprendizado. Já as cadeias do tipo cativa, marcadas por exigências técnicas específicas das empresas líderes, teriam na transferência

27. A quinta forma, denominada hierarquizada, é marcada pela integração vertical, típica das operações das multinacionais.

de conhecimentos a principal forma de aprendizado dos fornecedores.²⁷

Considerando o aprendizado interativo como conceito central da perspectiva de sistemas de inovação, Jurowetzki, Lema e Lundvall (2018), levantam pontos em comum entre essa perspectiva de SI e de CGV. Os principais são:

- 1 - Ao enfatizarem elementos como a confiança construída com base em elementos socioculturais, a perspectiva sistêmica lundvaniana introduziu a ideia de mercado organizado como uma forma intermediária entre mercados puros e hierarquias. Isso seria o que a literatura de CGV chamou de redes;
- 2 - Veem similaridade na ideia de cadeias dominadas por fornecedores ou por usuários de Gary Gereffi, como a distinção realizada ainda na década de 1980 sobre a relação produtor-usuário, nesse caso, determinada pela combinação de poder de mercado e capacidade tecnológica;
- 3 - Veem similaridade entre a forma como o referencial de CGV justifica a existência de um formato relacional modular, intracadeia, e a ideia de que os custos de transação precisam ser vistos em relação aos benefícios de aprendizado.²⁸ A virtual junção poderia ocorrer com o uso do potencial do aprendizado interativo como qualificador dos custos de transação para a definição das formas de governança das CGVs (JUROWETZKI, LEMA; LUNDVALL; 2018);
- 4 - assumem que as relações desbalanceadas tendem a gerar resultados inovativos insatisfatórios, o que se aproximaria da ideia de CGV de distribuição desigual do valor produzido.

Jurowetzki, Lema; Lundvall (2018), fazem, no entanto, a advertência de que a escola das CGVs sofre a tendência de focar demasiadamente no aprendizado que ocorre nas fronteiras nacionais e regionais. Pouca atenção é dada ao fato de que o resultado da integração nas cadeias globais de valor seria determinado pelos esforços internos das empresas, assim como pelo contexto nacional e regional em que estão inseridas e pela indústria da qual fazem parte (ver Capítulo 15). Nesse sentido, a perspectiva do aprendizado interativo poderia ser utilizada para especificar como as diferentes formas de *upgrading* requerem diferentes formas de aprendizado e diferentes formas de suporte institucional aos processos de aprendizado Jurowetzki, Lema e Lundvall (2018). Assim, em essência, o referen-

28. Sobre o formato modular do referencial de CGV, ver Sturgeon (2007) e sobre a crítica referente à limitação da teoria dos custos de transação e o valor dos benefícios do aprendizado interativo, ver Lundvall (1985).

cial das CGVs subestima o potencial institucional em que as empresas de cada sistema estão enraizadas.

Pietrobelli e Rabellotti (2009; 2011) iniciaram a discussão sobre como o sistema de inovação influencia o tipo de governança em que as empresas de países em desenvolvimento se engajam. Os sistemas de inovação teriam importante papel em diminuir a complexidade das transações ao ampliar a codificação das informações à medida que forneçam regras do jogo (arranjo institucional) e organizações como serviços de infraestrutura capazes de diminuir os custos de transação (WILLIAMSON, 1985) dos agentes. Além disso, a competências dos fornecedores poderiam ser ampliadas a partir das organizações de apoio à educação e ao treinamento, mas também por mecanismos de estímulo ao engajamento das empresas na ampliação de suas competências. Quanto melhores esses mecanismos, maiores as possibilidades de inserção das empresas locais em atividades com maior potencial de agregação de valor nas cadeias.

Avanços mais recentes continuam reconhecendo o potencial da integração, enfaticamente destacado na noção de coevolução de SI e CGV, por Lema, Rabellotti e Sampath (2018), a qual ocorreria em três estágios. Na preliminar, a incipiência de capacidades locais e seus baixos custos (especialmente mão de obra) funcionam como um ticket de entrada às CGVs. Nesse sentido, nessa fase, a formação do SI pode se beneficiar das conexões globais, pelo aumento da capacidade de produção, graças a efeitos de demonstração, dos *spillovers* de conhecimentos, etc. As governanças das CGVs costumam ser hierárquicas ou cativas, baseadas na forte necessidade de supervisão e treinamento, ainda que apenas em tarefas mais elementares. Não obstante, o enraizamento dessas capacidades elementares funciona como a base para o aumento da capacidade de absorção e de geração que definirão o segundo estágio.

O segundo estágio, de expansão e fortalecimento, revela-se por uma mudança na natureza da inserção na CGV, agora mais intensivo em conhecimentos, dando espaço à mutação da governança para os formatos modular e relacional. Nas primeiras, os fornecedores são pressionados a manterem-se a par dos avanços tecnológicos, mas o envolvimento dos líderes é baixo, ou seja, aumentou o grau de liberdade local. No segundo formato essa liberdade é ainda maior, já que os relacionamentos são bem mais complexos, marcados por competências complementares, intensivas em conhecimentos tácitos, cuja transmissão torna necessárias as interações face a face. De qualquer forma, nos dois casos os sistemas de inovação precisarão se fortalecer para prover conhecimentos às tarefas mais complexas e sofisticadas, como engenharia e design.

À medida que esse nível de capacidades avança, a estrutura entra no terceiro estágio, em que a demanda por criação de conhecimentos de classe

mundial precisará do suporte de um sistema mais sofisticado, no qual fluxos de conhecimentos entre indivíduos, empresas e universidades vão se tornando cada vez mais fortes e variados. Há mais de uma trajetória já identificada de passagem por cada uma dessas fases.²⁹

Um desses formatos foi proposto em Lee, Szapiro e Mao (2018), tendo como base empírica as experiências do leste asiático e brasileira. No modo “dentro-fora-dentro” proposto, identificaram que a passagem bem-sucedida do estágio 2 para o 3 envolve algum nível de separação e independência (*out*) das CGVs dominadas por estrangeiros, o que dá lugar a um aumento de cadeias internas de valor e fortalecimento do SNI. Nesse momento, o aspecto central consiste em realizar a “tarefa de casa” de promover o avanço de independência em competências mercadológicas (marca, distribuição e pós-venda), como tecnológicas (P&D e design), o que remete a estratégias consistentes envolvendo os diversos agentes do SNI. Nessa direção, ressaltaram a relevância da política industrial em observar os diferentes níveis de barreiras de entrada, possibilidades de aprendizado e perspectivas de crescimento setoriais, para definir as trajetórias tecnológicas a serem priorizadas. Enfatizando ainda que essa análise costuma encontrar nas tecnologias de ciclos curtos as melhores oportunidades ao *catching-up*.

Estudo recente da *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO, 2018) aborda as CGVs e o desenvolvimento industrial, a partir das experiências de países asiáticos. O estudo aponta que o fato de um país participar de CGV não significa que ocorrerá mudança estrutural favorável, assim como ressalta que não basta abrir a economia para se integrar as CGVs. Requer a constituição de sistema de inovação que possibilite a participação de empresas em segmentos produtivos de maior valor agregado. Embora a inovação possa parecer algo distante para um país que inicia participação em CGV, a fundação de elementos virtuosos de um sistema de inovação deve ocorrer desde o início, em paralelo ao sistema de produção. Não é sem razão que países com participação ativa na divisão internacional do trabalho criaram desde o início mecanismos para estimular a interação entre os atores de um sistema de inovação, em ações que vão desde ajuda na transferência e adaptação de tecnologia, desenvolvimento de

29. Ver número especial de 2018 do *The European Journal of Development Research*, intitulado Sistemas de Inovação na Era das Cadeias Globais.

processos inovativos domésticos, financiamento público para inovação, estímulos à criação de cooperativa de rede de empresas, entre outras ações.

2.2 A perspectiva sistêmica e a integração via empresas multinacionais

Um dos fenômenos identificados por Perez (2010a) como partes da mudança do paradigma consiste na tendência à especialização tecnológica de empresas e seus *core-competences*, o que estaria intensificando a busca de empresas multinacionais por fontes de conhecimento fora das matrizes. Assim, a hipersegmentação tecnológica (PEREZ, 2010a) aceleraria o fluxo de conhecimentos em redes de atividades de P&D formadas por filiais e matrizes de multinacionais. De fato, ainda que apresentadas na literatura de CGV, sob a forma de governança hierarquizada, as relações entre matrizes e filiais de grandes corporações globais são marcadas por certo grau de autonomia gerencial e tecnológica das filiais (GOMES, 2003). Essa autonomia cresceria à medida que recursos e capacitações estivessem sendo acumulados pelas últimas, ainda que o limite seja sempre o poder a ser exercido pela matriz. Isso significa que a evolução das rotinas da empresa subsidiária, ao conduzir à acumulação de conhecimentos específicos, pode resultar em mudança na forma de governança ou mesmo em variações das relações hierárquicas.

Estudos nessa linha têm revelado que empresas multinacionais organizadas em redes globais apresentam dificuldades na integração dos conhecimentos de cada unidade, o que confirma a adequação da teoria evolucionária da empresa (NELSON; WINTER, 1982). Singh (2008), por exemplo, mostrou que o esperado aumento da capacidade inovadora das empresas multinacionais derivado da exploração de fontes de conhecimentos localizadas em diferentes países pode ser fortemente freado por dificuldades de integração desses conhecimentos. Chaminade e Gomez (2016) observaram que a parte de P&D dos IDE decresceu entre 2006 e 2016, ao passo que aumentou a parcela desses investimentos relacionadas a projetos, design e testes, confirmando a tendência de deslocamento de atividades relacionadas à adaptação a mercados locais, ao passo que atividades centrais (*core*) permanecem na matriz.

Tais resultados podem variar quando indústrias específicas são estudadas. Catwell e Adris (2018), por exemplo, mostraram que a integração aumentou na indústria de farmacêutica durante as últimas quatro décadas, tendo-se destacado a diminuição da dependência do conhecimento das matrizes à medida que universidades e centros de pesquisa locais passaram a ser mais utilizados nos processos de inovação das subsidiárias. As subsidiárias de melhor desempenho

estariam combinando conhecimentos locais com os globais, das matrizes.

Isaac *et al.* (2018), em estudo de subsidiárias localizadas no Brasil, confirmaram a importância da combinação de conhecimentos locais aos globais ao mostrarem que a inserção em redes locais como elemento essencial à geração de inovações locais, ao passo que a transformação dessas em inovações globais encontraria maior probabilidade quando as subsidiárias transferiram conhecimentos às matrizes previamente.

Já Alnuaimi, Opshal e George (2012) mostraram que a integração, por meio da colaboração internacional de P&D, pode ter efeitos positivos muito restritos aos indivíduos envolvidos na integração, ou seja, sem gerar ampliação da capacidade inovadora da firma.

Comparando-se o nível de desenvolvimento do país hospedeiro do IDE, Singh (2007 *apud* MARIN; ARZA, 2009) mostrou que entre os países desenvolvidos, os conhecimentos que fluem das empresas para as organizações locais foram menores do que os que fluem das organizações para as empresas. Já entre países em desenvolvimento, os fluxos das multinacionais para as organizações foram maiores, mas apenas ligeiramente.

Já Marin e Arza (2009) mostraram que tanto o grau de desenvolvimento do país quanto sua atitude inovadora estão positivamente correlacionados à intensidade da P&D levada a cabo pelas empresas subsidiárias de multinacionais.

Enfim, os recentes resultados de linhas de pesquisa que investigam integração global e inovação desautorizam tanto conclusões pessimistas, ligadas a um aumento inequívoco da dependência tecnológica dos países receptores em desenvolvimento, como as simplistas de sentido contrário que confiariam cegamente em um desenvolvimento revelado pela simples inserção em cadeias globais e/ou por IDE. Os resultados reforçam o valor da intencionalidade e as estratégias das empresas, mas também dos demais componentes do sistema de inovações, uma vez que esses são os sustentadores dos necessários requerimentos de conhecimento que permitem a inserção externa ativa das firmas. Para isso, as estratégias governamentais continuam sendo decisivas, como as discutidas no Capítulo 20.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao ressaltar a ligação conceitual entre sistemas nacionais de inovação, de Freeman, e os sistemas nacionais de economia política, de List, esse capítulo ressaltou o distanciamento entre esses economistas e o pensamento *mainstream* de suas épocas. Nos dois casos, contrariando as teorias mais aceitas, refutaram o engajamento no livre comércio como princípio ao emparelhamento dos níveis

de desenvolvimento entre nações, ao destacarem fatores qualitativos e sistêmicos necessários ao *catching-up*. Ademais, na mesma época de Freeman, Fernando Fajnzylber enfatizara aspectos sistêmicos ao explicar as restrições ao processo de desenvolvimento latino-americano. Essa constatação é parte de uma nova linha de pesquisa, que identifica e analisa similaridades entre o estruturalismo latino-americano e as contribuições neo-schumpeterianas (Capítulo 13).

O leitor deve ter notado também que o conceito nasce de uma atividade consultiva do Prof. Freeman a um órgão definidor de política, a OECD. Como lembrou Shariff (2006), muitos dos avanços conceituais foram possíveis também porque proponentes-chave exerceram papéis importantes tanto acadêmicos como em órgãos definidores de política. Trata-se, portanto, de um conceito de origem e desenvolvimento tanto acadêmica como *policy making*.

Como resultado de tais avanços, pode-se afirmar que o conceito de Sistemas de Inovação serve como dispositivo de foco, uma maneira de olhar os fenômenos socioeconômicos que, por influenciarem os processos de aprendizado e a inovação, são fundamentais à compreensão das particularidades do desenvolvimento socioeconômico.

Em sua concepção nacional, tanto a visão ampla como a restrita continuam a receber contribuições, o que possui implicações teóricas e práticas. Empiricamente, há convergência sobre a importância dos SNIs no contexto de globalização contemporânea. Teoricamente, a principal derivação das contribuições é a indefinição de um design dominante conceitual.

Não obstante, há muito, a dimensão nacional foi aceita como demasiadamente ampla para análise de diversos casos. Isso estimulou esforços para definição de outros focos, como setorial, regional/local e tecnológico. O limitado espaço deste capítulo não permitiu o avanço para além da definição de propriedades fundamentais de cada um e de algumas das linhas de pesquisa mais recentes. Esperamos, com isso, ter aumentado o leque de opções a serem levadas em conta pelos estudantes, quando forem decidir sobre o dispositivo de foco mais adequado a seus objetos de análise.

Ainda sobre o conceito, destaca-se que sua rápida difusão fez com que fosse utilizado de diferentes formas por diferentes pessoas. Essa divergência tende a prejudicar a função conceitual/analítica de dispositivo de foco. Por essa razão, uma das fronteiras da pesquisa em SNIs consiste em empreender esforços para melhorar o foco do dispositivo, tornar o *approach* mais claro, *more theory like*. Mesmo assim, ainda que a melhora da qualidade das lentes possa aprimorar a qualidade das imagens produzidas por uma câmera, a habilidade do operador em captar e editar as imagens que traduzam o que se deseja é decisiva. Isso significa que, a melhora do o referencial analítico não diminui a necessidade de

o analista conhecer as contribuições que deram base ao referencial/dispositivo, especialmente, as evolucionárias/neo-schumpeterianas.

Procurou-se mostrar a relevância das revoluções tecnológicas especialmente na definição do papel dos sistemas de inovação no atual contexto de globalização. A decorrente integração produtiva mundial, organizada na forma de CGV, torna promissora a integração do *approach* de CGV e de SNIs, revelando uma das fronteiras teóricas de pesquisa na área. Com a existência de elevado grau de desverticalização produtiva em nível mundial, a constituição de elementos virtuosos de um sistema de inovação parece decisivo às possibilidades de captura de elos de maior valor nas CGVs. A qualidade dos sistemas de inovação influencia a forma de governança das CGVs, abrindo a possibilidade de aumentar a apropriação no valor gerado pelos participantes inseridos no território nacional. Como condição, requer que os SNIs apresentem capacitações tecnológicas empresariais, qualificação de trabalhadores, infraestrutura física, regras institucionais - leis e normas regulatórias -, estrutura de apoio - governo, bancos, universidades, institutos de pesquisa -, entre outras qualificações.

Teoricamente, o marco das CGVs facilita a transmissão das informações, a integração do conhecimento e a promoção do aprendizado interativo, estimulando o desenvolvimento inovativo, e, com isso, integrando processos produtivos e inovativos locais à dinâmica global de produção e inovação. A forma e a qualidade dessa integração derivam de capacidade de aprender, foco central da perspectiva de sistemas de inovação.

Internacionalização e Sistemas Nacionais de Inovação

Leandro Alves Silva

INTRODUÇÃO

As definições mais populares assumem uma abordagem geral do conceito de sistema nacional de inovação (SNI) e foram apresentadas em diversos momentos, o que sugere certa afinidade de entendimento acerca do conceito desde seu nascedouro. Segundo Filippetti e Archibugi (2011), definições como as apresentadas aqui estão fundamentadas na teoria microeconômica da inovação segundo a abordagem neo-schumpeteriana, na racionalidade limitada dos agentes, bem como no papel do conhecimento tácito e das instituições sobre a atividade econômica. De fato, por trás do elemento de inovação do sistema nacional de inovação estão as proposições de Schumpeter (1982 [1912]; 1989 [1939]; 1984 [1942]), como, por exemplo, em Freeman (1982). O foco do sistema nacional de inovação está nos elementos circunscritos à dimensão nacional, como instituições, organizações, cultura, etc. Contudo, o elemento internacional está presente nas análises desde o princípio. Nelson e Rosenberg (1993) já questionavam o significado de um sistema nacional de inovação tendo em vista a forte tendência à internacionalização das empresas e a crescente transnacionalização de programas públicos de apoio à P&D. Existe, assim, “uma tensão causada pela tentativa dos governos nacionais de formular e implementar políticas tecnológicas nacionais em um mundo onde os negócios e a tecnologia são crescentemente transnacionais” (NELSON; ROSENBERG, 1993, p. 18). Patel e Pavitt (2000) reconhecem que, em virtude dos processos de liberalização do comércio e do investimento internacionais, o aumento da competição, combinado com o progressivo espalhamento das atividades tecnológicas das empresas para um amplo conjunto de países, tem colocado os sistemas nacionais de inovação sob tensão. Carlsson (2006) avalia

que a literatura parece apontar uniformemente para a crescente interdependência entre sistemas nacionais de inovação. As atividades inovativas das firmas são significativamente influenciadas pelo sistema de inovação de seus países de origem e há evidências empíricas de que os sistemas de inovação em si estão se tornando cada vez mais internacionalizados, mesmo que as instituições que os suportam permaneçam específicas de cada país. Por sua vez, Lundvall (2010) reconhece que o papel tradicional dos estados-nações de dar suporte ao processo de aprendizado tem sido desafiado pelo processo de internacionalização e globalização e que elementos importantes do processo de inovação tendem a se tornar mais transnacionais e globais do que nacionais.

Este capítulo argumenta que, a despeito da visão tradicional, a empresa multinacional e os sistemas nacionais de inovação, como origem e destino dessas empresas, estão intrinsecamente ligados, seja de uma perspectiva histórica ou teórica. Para avançar nessa argumentação, a seção 1 aborda alguns dos antecedentes históricos que contribuíram para a emergência da empresa multinacional moderna e algumas das ideias inspiradoras dos estudos sobre sistemas nacionais de inovação. A seção 2 apresenta as principais teorias que tentaram, de forma pioneira, explicar a natureza da empresa multinacional e identifica os elementos de contato entre os determinantes teóricos da produção internacional e a abordagem dos SNI. A seção 3 discute os elementos e as forças que influenciam mutuamente as empresas nacionais e os sistemas nacionais de inovação e, por fim, as considerações finais concluem o capítulo e discutem brevemente os desafios que a presente abordagem representa para os estudiosos tanto dos sistemas de inovação quanto dos negócios internacionais.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

O termo sistema nacional de inovação surge pela primeira vez em um trabalho de Christopher Freeman (1982) para a OECD, mas que não foi publicado. Depois disso, o termo aparece em um livro de Freeman (1987b), sobre o Japão e, na sequência, em Lundvall (1992) e Nelson (1993). A publicação desses três livros marca o momento em que Fagerberg e Sappasert (2011) identificam como o de surgimento de um novo campo de estudos sobre inovação, a partir de uma abordagem mais holística, com ênfase na interdependência entre as organizações e instituições que a influenciam e muito mais focada na formulação de políticas. As referências a essas obras fundadoras foram crescentes na literatura durante os 15 anos subsequentes, quando então essa tendência cessou. Uma das prováveis explicações para isso é a ampla difusão do termo que, ao se tornar parte do vocabulário cotidiano, não apenas nas ciên-

cias sociais, mas também nas engenharias e ciências naturais, reduz a necessidade de referência às origens do conceito (FAGERBERG; SAPPRASERT, 2011).

Como apresentado no capítulo 14, Friedrich List (1789-1846) antecipou “muitas características do debate contemporâneo sobre os sistemas nacionais de inovação” (FREEMAN, 1995, p. 8). Seu pensamento foi fortemente influenciado pelas experiências adquiridas nos anos em que viveu nos Estados Unidos, em especial, como cofundador em 1829, da primeira, e à época também a mais extensa (35,4 km), ferrovia dos Estados Unidos cujos vagões eram puxados por uma locomotiva a vapor.

De fato, List presenciou (e participou) o início de uma transformação profunda na sociedade e na economia dos Estados Unidos que acompanhou o próprio desenvolvimento das ferrovias. No centro dessa transformação, estava a moderna empresa industrial, descrita por Alfred Chandler (1977), cuja primeira manifestação foi justamente nas ferrovias com sua estrutura multidepartamental e multidivisional. A principal característica desse novo tipo de empresa é sua estrutura organizacional que possibilitava a divisão horizontal do trabalho ao mesmo tempo em que requeria um sistema vertical do controle para integrar e coordenar os diversos departamentos e divisões (HYMER, 1978, p. 44). Essa nova estrutura, de acordo com Chandler (1962), foi uma resposta às mudanças nas estratégias de verticalização (expansão em novos tipos de funções) e diversificação (desenvolvimento de novos produtos ou expansão territorial) das empresas. Por sua vez, as estratégias respondiam às necessidades e às oportunidades apresentadas pelo crescimento demográfico, pelo aumento da renda nacional e pelo progresso tecnológico.

A moderna empresa industrial, com sua estrutura organizacional característica, desenvolveu-se em grau mais elevado nos Estados Unidos (HYMER, 1978). Diferente da empresa americana tradicional (marshalliana) que tinha uma única função econômica, operava uma única unidade em uma única localidade e era controlada por um único proprietário ou por um pequeno grupo, a empresa moderna possui múltiplas unidades em diferentes localidades e realiza diferentes tipos de atividades econômicas com diferentes linhas de produtos e serviços (CHANDLER, 1977, p. 3). Além disso, o que é mais importante, a empresa moderna apresenta uma estrutura organizacional hierarquizada em que gestores em níveis mais altos, a partir de escritórios centrais, monitoram e coordenam as atividades realizadas nas diversas unidades comandadas por gestores intermediários. Na empresa moderna, à medida que executivos assalariados, ocupando os altos escalões, coordenam e monitoram executivos intermediários também assalariados, a administração da empresa se torna uma carreira cada vez mais técnica e profissional e separada da sua propriedade (CHANDLER, 1977). Tal tipo de organização, inexistente antes de 1840, foi o que permitiu a internalização de várias unidades de negócios dentro de uma única empresa e consequentes ganhos de produtividade, custos mais baixos e lucros mais altos

em relação à coordenação pelos mecanismos de mercado (CHANDLER, 1977, p. 6-7).

A trajetória que levou à substituição da empresa tradicional pela moderna, como forma predominante nas atividades industriais nos Estados Unidos ao final do século XIX, pode ser traçada a partir de três pontos fundamentais. O primeiro corresponde às transformações na esfera da produção. O aumento da produção e disponibilidade de carvão antracito a partir de 1830 seguido da redução nos preços permitiu que esse combustível passasse a ser amplamente utilizado para fins industriais, o que levou à subsequente expansão da produção metalúrgica. A oferta de ferro e carvão baratos gerou tanto um aumento na produção de ferramentas quanto permitiu, pela primeira vez, que a fabricação e a montagem de partes intercambiáveis de produtos de metal se difundissem. Mais tarde, nas décadas de 1840 e 1850, a tecnologia de partes intercambiáveis deu origem às máquinas inovadoras (como as máquinas de costura e as ceifadeiras, por exemplo), enquanto a demanda por maquinaria especializada nas unidades fabris resultou no aparecimento da indústria de máquinas-ferramentas. Além disso, o carvão antracito tornou-se um combustível eficiente e barato na geração de energia a vapor, o que possibilitou que grandes fábricas fossem instaladas próximas aos mercados consumidores e de oferta de mão de obra. Antes do aumento da escala e da difusão da fábrica como unidade básica em muitas indústrias, o volume de produção não exigia a criação de subunidades das empresas nem contratação de administradores assalariados para coordenar e monitorar essas subunidades (CHANDLER, 1977, p. 50-78).

O segundo ponto se refere às transformações no âmbito dos transportes e das comunicações. As ferrovias que entraram em operação na década de 1830 ligavam os centros comerciais e suplementavam a rede de transporte hidroviário, mas sem alterar profundamente as rotas e as formas de transporte. Quando a locomotiva a vapor substituiu o carro puxado por cavalos, questões de segurança impuseram que as operações fossem controladas e coordenadas a partir de uma sede única. Foi somente a partir da metade dos anos de 1840 que as transformações significativas começaram. A tecnologia de transporte ferroviário foi rapidamente aperfeiçoada a partir da uniformização dos métodos de construção, da padronização dos trilhos e da composição dos vagões. Depois do *boom* do final dos anos 1840 e início dos de 1850, passou-se a contar com um transporte rápido, seguro, regular em quaisquer condições climáticas tanto para produtos quanto para passageiros. Ao mesmo tempo, a nova tecnologia permitia o reparo e a manutenção contínua das locomotivas, das linhas, estações e demais equipamentos. Toda essa estrutura requeria considerável organização administrativa. Eram necessários gerentes para supervisionar as operações cotidianas realizadas ao longo de uma extensa área geográfica, enquanto gestores intermediários coordenavam, monitoravam e avaliavam o trabalho desses gerentes e reportavam-se a executivos superiores. A primeira estrutura hierárquica de administração dos Esta-

dos Unidos teve origem nas necessidades operacionais das ferrovias. Tal inovação organizacional possibilitava o aproveitamento total do contínuo progresso tecnológico do setor, o que aumentava a eficiência e a produtividade das companhias ferroviárias individuais que já as utilizavam como padrão na década de 1880 (CHANDLER, 1977, p. 81-121).

A nova estrutura organizacional demandava uma nova estrutura de comunicação que viabilizasse a administração do volume crescente de tráfego nas ferrovias de forma segura. A invenção do telégrafo teve, portanto, um grande impacto transformador ao promover a comunicação quase instantânea a longas distâncias. Enquanto as ferrovias se espalhavam territorialmente, seus direitos de passagem eram aproveitados pelas companhias de telégrafo – as quais muitas vezes eram subsidiárias das próprias ferrovias – para que se expandissem, ao mesmo tempo em que as ferrovias usavam os serviços dos telégrafos para coordenar seus fluxos de trens e tráfego. Ao final dos anos de 1850, os Estados Unidos estavam divididos em seis áreas de atuação para as seis maiores companhias de telégrafo que cooperavam para transmitir mensagens por todo país. Rapidamente essas seis empresas se tornaram apenas três e, em 1866, essas três se fundiram em uma única companhia, a Western Union, formando a primeira empresa moderna de âmbito nacional dos Estados Unidos, cujo padrão organizacional era o mesmo adotado pelas ferrovias (CHANDLER, 1977, p. 195-203).

O serviço postal e o telefone também tiveram um papel importante na emergência e difusão da forma moderna de empresa. O telefone seguiu um caminho semelhante ao do telégrafo. Inicialmente era utilizado para a comunicação local, mas rapidamente ganhou escala nacional e o setor se tornou concentrado em uma única grande empresa, a *National Bell Company*. O desenvolvimento das ferrovias, tanto nas tecnologias quanto na estrutura organizacional, favoreceu o uso da correspondência em longas distâncias, tornando-a mais rápida, regular e, principalmente, barata. O crescimento do volume e da velocidade das correspondências a partir de 1847 levou à reorganização do serviço postal aos moldes do que era praticado nas ferrovias. Em 1855, tinham sido implantados cerca de 50 centros de distribuição, onde as correspondências eram coletadas, organizadas e enviadas aos seus destinos finais; vagões especializados eram utilizados para organizar os pacotes; unidades de distribuição eram administradas por gestores intermediários assalariados que controlavam os procedimentos e coordenavam o fluxo por todo o país. Em 1870, o serviço postal dos Estados Unidos figurava entre os maiores e mais eficientes do mundo (CHANDLER, 1977, p. 195-197).

O terceiro ponto diz respeito a alguns desdobramentos importantes dos dois pontos anteriores. Em primeiro lugar, o crescimento das ferrovias a partir do final dos anos de 1840 levou a um aumento sem precedentes nas necessidades de financiamento para a construção dessas mesmas ferrovias. Entre os anos de 1849 e 1854,

foram construídas mais de 30 ferrovias a um custo que, em alguns casos, chegava a mais do que quatro vezes àquele observado na construção de grandes ferrovias anteriores a esse período. A construção das ferrovias não podia mais ser financiada a partir dos fazendeiros, comerciantes e proprietários de manufaturas que viviam ao longo das linhas, ou mesmo pela captação direta de recursos pelo presidente da companhia junto aos mercados financeiros europeus. À medida que os empreendimentos se multiplicavam, a oferta de recursos para financiamento diminuía e o custo do capital aumentava, de tal forma que as ferrovias se tornaram os primeiros negócios privados a captar recursos fora de sua própria região, concentrando a demanda no mercado de Nova York, onde o custo era relativamente mais baixo. O mercado de capitais nos Estados Unidos tornou-se rapidamente centralizado e institucionalizado em Nova York - em virtude também da entrada de capitais europeus em busca de oportunidades de investimento - levando ao desenvolvimento de modernos instrumentos e técnicas financeiras. A emissão de títulos tornou-se o principal instrumento para financiar a construção das ferrovias e, em decorrência da subestimação de custos, vieram na sequência os títulos hipotecários, as debêntures e os títulos convertíveis em ações, bem como uma variedade de ações preferenciais, o que levou a bolsa de valores de Nova York à sua forma moderna. O volume de transações, que era de apenas algumas dezenas diárias em 1830, alcançava a casa do milhão quadrissemanal em meados da década de 1850 e, quando da eclosão da Guerra Civil (1861-1865), o distrito financeiro de Nova York já atendia às necessidades de financiamento das ferrovias e tornara-se o maior e mais sofisticado Mercado de Capitais do mundo. O resultado importante é que, quando a indústria precisou buscar fontes externas de financiamento, as instituições estavam plenamente desenvolvidas para prover tais recursos. Nova York provia um mercado de capitais nacional mais eficiente para a indústria do que foi para as ferrovias, de tal forma que sua falta nunca representou uma restrição ao surgimento da empresa moderna (CHANDLER, 1977, p. 89-94).

Em segundo lugar, as inovações organizacionais e tecnológicas ocorridas nas décadas de 1850 e 1860 tiveram impacto na produtividade e no desempenho das ferrovias apenas individualmente. A construção de uma rede nacional de transporte terrestre exigiu que as companhias ferroviárias cooperassem em termos da conexão física entre as linhas; na uniformização das operações, contabilidade e procedimentos organizacionais, e na padronização da tecnologia. A estrutura hierarquizada entre gestores intermediários e altos executivos foi fundamental para o sucesso da cooperação e da construção do sistema nos anos de 1880. Os gestores eram os principais encarregados de aperfeiçoar a organização e a coordenação interna dos fluxos entre as linhas, enquanto os executivos estabeleciam os objetivos de longo prazo, bem como as estratégias de alocação de recursos em termos de pessoal, dinheiro e equipamentos para alcançar esses objetivos. A lógica do sistema passou a ser inter-

territorial, ligando centros comerciais e fontes de matérias-primas em âmbito nacional, o que viabilizou, finalmente, a integração entre a produção e a distribuição em massa. Na medida em que se tornou capaz de integrar a produção e distribuição, a empresa industrial moderna pôde internalizar atividades e, conseqüentemente, reduzir seus custos de transação, de informação e de capital, administrando de forma mais eficiente a oferta, de acordo com a demanda, e controlando estoques. Em suas trajetórias de crescimento, seja pela integração a jusante ou a montante da produção ou pela fusão de várias pequenas unidades, as empresas construam suas redes nacionais que exigiam cada vez mais a organização hierárquica das atividades administrativas para a coordenação dos processos de produção e distribuição integrados (CHANDLER, 1977, p. 122-286).

O Quadro 1 resume as proposições de Chandler para o surgimento e crescimento da empresa moderna.

As empresas norte-americanas, ao se tornarem nacionais e providas de uma nova estrutura administrativa e de recursos financeiros significativos, aprenderam a se converter em empresas multinacionais (HYMER, 1978, p. 47). Contudo, a atuação nacional foi apenas um dos pré-requisitos para a incursão em negócios internacionais. O segundo pré-requisito foi, segundo Wilkins (1970, p. 35), o aumento nas velocidades de transporte e comunicação em longas distâncias. Do ponto de vista dos transportes, em meados do século XIX, o percurso dos Estados Unidos à Europa em uma embarcação à vela era realizado em 21 dias, mas já em 1880 passageiros em navios a vapor podiam cruzar o Atlântico em cinco ou seis dias. Em relação às comunicações, a rede terrestre de telégrafos da *Western Union Telegraph Company* conectou-se à Europa em 1866, quando a empresa britânica *Atlantic Telegraph Company* instalou o primeiro cabo submarino ligando os dois continentes. Em 1881, a *Western Union* já estava conectada ao sistema canadense e à América Latina. Três anos mais tarde, em 1884, a empresa *Commercial Cable Company* (concorrente da *Western Union*) instalou mais dois cabos submarinos entre Estados Unidos e Europa (WILKINS, 1970, p. 47-48).

Quadro 1 – Surgimento e crescimento da empresa moderna

Proposições			
Surgimento			
Por quê? Quando? Onde? Como?	Onde, como e porque cresce e mantém a posição de dominância?		
<p>1) A empresa moderna surge quando a coordenação administrativa (hierárquica) permite maior produtividade, custos mais baixos e lucros mais altos que a coordenação pelos mecanismos de mercado;</p> <p>2) As vantagens da internalização não poderiam ser alcançadas antes que uma hierarquia administrativa fosse criada: novas práticas e procedimentos tornaram-se o padrão para a produção e distribuição;</p> <p>3) Surge apenas quando o volume de atividades econômicas torna a coordenação administrativa mais eficiente e mais lucrativa que o mercado;</p> <p>Surge e floresce em setores caracterizados por novas e avançadas tecnologias e mercados em expansão;</p>	<p>4) Uma vez implantada e bem-sucedida, a hierarquia administrativa torna-se, ela mesma, uma fonte de “permanência”, poder e crescimento contínuo:</p> <p>“Os homens vêm e vão. A instituição e seus escritórios permanecem.” (p. 8);</p> <p>5) A carreira de executivo assalariado que dirige as hierarquias torna-se cada vez mais técnica e profissional;</p> <p>6) À medida que a empresa cresce em tamanho e diversidade e os executivos tornam-se mais profissionalizados, a administração da companhia torna-se cada vez mais separada de sua propriedade;</p>	<p>7) Os executivos de carreira tomavam decisões administrativas que favoreciam a estabilidade de longo prazo e o crescimento da empresa mais do que a maximização do lucro corrente;</p> <p>8) À medida que as grandes empresas cresciam e dominavam os principais setores da economia, elas alteravam a estrutura básica desse setores e da economia como um todo.</p>	<p>Uma vez que a hierarquia administrativa estivesse completamente estabelecida, sua seqüência e desenvolvimento variavam entre indústrias e setores.</p> <p>Contudo, a mão visível da administração substituiu a mão invisível das forças de mercado onde e quando novas tecnologias e a expansão do mercado permitiram um volume e uma velocidade sem precedentes nos processos de produção e distribuição.</p> <p>A empresa moderna foi a resposta institucional às inovações tecnológicas e crescimento da demanda nos Estados Unidos durante a segunda metade do século XIX.</p>

Fonte: Adaptado de Chandler (1977).

Embora as condições estivessem dadas na década de 1880, o processo de internacionalização das modernas empresas norte-americanas teve início anos antes. De fato, a primeira empresa dos Estados Unidos a desenvolver negócios

internacionais foi a fabricante de máquinas de costura *I. M. Singer & Company* (posteriormente denominada de *Singer Manufacturing Company*), fundada em 1851. A operação internacional começou em 1855, quando a empresa vendeu sua patente francesa, bem como as ferramentas e equipamentos, ao comerciante francês Charles Callebaut, que viria a não honrar o acordo recusando-se a pagar o que havia sido contratado e a informar a quantidade de produtos vendidos. Tal expediente - a venda de uma patente internacional a um negociante independente - jamais se repetiu dentro da companhia. Com uma estratégia diferente, em 1858, a Singer estabeleceu franquias junto a negociantes independentes no Rio de Janeiro, mas, desta vez, para a venda de produtos produzidos nos Estados Unidos. Em 1861, já havia franquias no México, Canadá, Cuba, Curaçao, Alemanha, Venezuela, Uruguai, Peru e Porto Rico. Em Glasgow, Escócia, a empresa estabeleceu escritórios próprios, com agentes assalariados, para a venda financiada de máquinas de costura. Ainda em 1861, a partir da sede londrina, a companhia iniciou a venda de produtos para a Bélgica e Espanha. A ação de imitadores concorrentes que crescia desde 1862, o que somado à dificuldade da fábrica de Nova York em atender o mercado externo - devido ao crescimento da demanda interna - e ao aumento dos custos de produção após a guerra civil, acabou levando a filial britânica a operar com prejuízo em 1867. Uma pequena unidade foi instalada em Glasgow em 1868, para montar cem máquinas de costura por semana com as partes semiacabadas vindas dos Estados Unidos. O investimento nessa primeira unidade experimental foi relativamente pequeno de tal forma que ela pudesse ser descontinuada sem grandes perdas, caso não fosse bem-sucedida. Contudo, o crescimento do mercado levou à instalação de uma nova unidade, em 1872, em Glasgow para produção em larga escala, inclusive das partes antes importadas. Aos poucos, a rede de negócios da Singer expandiu-se também para Portugal, França, Itália, Escandinávia, Áustria-Hungria e Rússia, com uma estrutura de marketing racionalizada e a organização das vendas seguindo o mesmo padrão utilizado no mercado doméstico. Em 1874, mais da metade das máquinas de costura produzidas pela Singer foram vendidas no exterior, e a empresa havia se convencido da necessidade de manter o controle de todos os negócios internacionais. Em 1879, a companhia reorganizou suas operações colocando um segundo homem de comando em todos os escritórios centrais de tal forma que as atividades não fossem comprometidas por doença ou morte. Ásia, América do Sul, África e Europa Continental já integravam a rede de vendas da Singer em 1880, sendo que na China, Brasil, Filipinas e Austrália as operações contavam com empregados assalariados. Em 1882, a empresa instalou uma nova planta em Kilbowie, próxima a Glasgow, que operaria com os equipamentos mais modernos e com a capacidade equivalente à maior unidade

dos Estados Unidos. Pequenas fábricas também foram instaladas no Canadá e na Áustria em 1883, em virtude do aumento dos custos de importação nesses países (WILKINS, 1970, p. 37-45).

O exemplo da *I. M. Singer & Company* é bastante emblemático e ajuda a entender o processo de internacionalização das empresas norte-americanas no século XIX. De acordo Wilkins (1970, p. 45-47), o crescimento dos negócios internacionais dessas empresas seguiu um padrão evolucionário, ainda que algumas delas possam ter saltado um ou mais estágios desse processo. O primeiro estágio do padrão evolucionário consistia na venda de produtos no exterior intermediada por agentes independentes, como empresas especializadas em comércio internacional - nesse estágio nenhuma parte dos negócios internacionais era internalizada pela empresa. No segundo estágio, a empresa designava um gestor de exportação assalariado e/ou adquiria uma agência exportadora e seus contatos. No exterior, eram utilizadas agências independentes que deveriam vender os produtos por conta própria ou em consignação - apenas a parte doméstica da operação era internalizada. No estágio seguinte, eram estabelecidos representantes assalariados nos mercados de destino. Como alternativa podiam ser instalados escritórios de vendas ou distribuição ou era comprada uma agência independente no exterior. O primeiro investimento direto acontecia neste estágio. No quarto estágio, unidades de montagem ou plantas fabris eram instaladas no exterior para atender o mercado estrangeiro. Em meados dos anos de 1880, todos esses estágios podiam ser identificados na trajetória de várias empresas. Talvez um exemplo contundente da validade e importância desse padrão tenha sido oferecido alguns anos antes. Em 1878, a principal concorrente da Singer nos Estados Unidos, a empresa *Wheeler & Wilson* dispensou seus agentes independentes e estabeleceu escritórios próprios nas principais cidades da Europa fazendo uma transição abrupta. Nos anos seguintes, as vendas da Singer no mercado doméstico e no exterior superavam em muito as vendas da principal concorrente que nunca se recuperou e acabou sendo adquirida pela rival alguns anos mais tarde (WILKINS, 1970, p. 43).

No início da década de 1890, várias empresas norte-americanas já operavam a venda, distribuição e fabricação no exterior de produtos e serviços no setor elétrico, de telefonia, químicos, petróleo, farmacêuticos, máquinas agrícolas, elevadores, seguros, entre outros. Os motivos que levaram essas empresas a ingressarem em atividades internacionais tiveram pouca ou nenhuma relação com a busca por matérias-primas, tendo em vista a grande disponibilidade interna. Tampouco estiveram engajadas em produzir no exterior para vender nos Estados Unidos. A maioria das empresas estava interessada, de fato, em atender a demanda nos mercados estrangeiros (WILKINS, 1970, p. 36). O sucesso dessa jor-

nada – que envolveu a exportação de máquinas e equipamentos, bem como de competências, know-how e patentes – foi resultado de uma postura engenhosa que buscava não apenas capturar a demanda externa, mas também criá-la com introdução de novos produtos, novos métodos de produção e novas técnicas de venda e propaganda (WILKINS, 1970, p. 66).

As empresas seguiam estratégias semelhantes às usadas no mercado doméstico. A lógica de investimento envolvia a redução dos custos de transportes e de produção, manejo de estoques, aproveitamento dos diferenciais de câmbio e barreiras à entrada de importações. Embora a decisão de investir ou não no exterior não guardasse relação com nenhuma ação do governo dos Estados Unidos, muitos investimentos foram realizados em resposta à ação de governos estrangeiros. No setor de telefonia, por exemplo, a *Bell Telephone Company of Canada* iniciou a fabricação de telefones em solo canadense em 1882, porque a lei de patentes desse país exigia a produção local (WILKINS, 1970, p. 51). A fabricação das lâmpadas incandescentes de Thomas Edison passou por situação semelhante na Alemanha, com o agravante de um forte nacionalismo e antipatia em relação a produtos importados (WILKINS, 1970, p. 55).

Com frequência, as condições iniciais por ocasião dos investimentos no exterior sofriam mudanças. As bases da estratégia das matrizes nos Estados Unidos, bem como das subsidiárias e afiliadas no exterior, sofriam alterações em função de mudanças nas políticas do próprio governo norte-americano e, principalmente, nas condições externas dadas pelos governos estrangeiros, consumidores, concorrentes e parceiros. As empresas norte-americanas tinham que se adaptar às circunstâncias. Nesse sentido, uma das mudanças mais frequentes acontecia nas estratégias de comercialização. Ao instalar unidade produtiva na Grã-Bretanha na década de 1880, a empresa frequentemente transferia também a sua base comercial em razão da maior sofisticação da região nessa atividade, o que tornava sua rede mundial de comércio mais fácil de ser administrada a partir de Londres do que de Nova York (WILKINS, 1970, p. 66).

A expansão internacional das empresas norte-americanas teve um crescimento continuado a partir de 1893 até 1914. Entre 1897 e 1902, a expressão invasão americana da Europa tornou-se de uso frequente. Até 1914, praticamente todo magnata da indústria proeminente nos Estados Unidos estava envolvido de alguma forma em investimentos diretos no exterior (WILKINS, 1970 p. 70-71; 199-202). Contudo, é preciso reconhecer que as bases sob as quais se deu essa expansão foram estabelecidas pelas transformações e pela própria expansão ocorridas nas décadas anteriores.

A história contada acima ilustra as transformações ocorridas na economia e na sociedade dos Estados Unidos do século XIX que, em parte, influenciaram as

ideias de Friedrich List e a formulação de seu Sistema Nacional de Economia Política. E mesmo que List não tenha podido antecipar os impactos do processo de globalização sobre as economias nacionais (FREEMAN, 1995), pode-se considerar que a empresa industrial moderna surge no bojo das profundas transformações no sistema nacional de inovação dos Estados Unidos e a moderna empresa multinacional emerge como a evolução dessas empresas e do contínuo amadurecimento daquele SNI a partir da segunda metade do século XIX. Portanto, em sua origem, tanto histórica quanto conceitual, os sistemas nacionais de inovação são indissociáveis da dimensão internacional representada pela atuação das modernas empresas multinacionais. Isso, por sua vez, recoloca a tensão entre a dimensão nacional dos SNI, a internacionalização da produção e da tecnologia, como elementos participantes do mesmo processo, que se estimulam e se limitam mutuamente.

2. DETERMINANTES TECNOLÓGICOS DA EMPRESA MULTINACIONAL

As teorias que buscam explicitar a natureza da empresa multinacional moderna só começaram a surgir a partir da década de 1960. Antes disso, a atuação das empresas multinacionais era tratada no âmbito apenas do investimento direto no exterior (IDE) à luz da teoria do portfólio. Das diversas explicações para a existência da empresa multinacional que controla ativos no exterior, três delas podem ser consideradas fundamentais para entender sua relação com os sistemas nacionais de inovação.

A primeira teoria dedicada a explicar a existência da empresa multinacional (EMN) foi proposta por Stephen Hymer em 1960 em sua tese de doutorado, publicada apenas em 1976. Hymer, segundo Dunning e Rugman (1985, p. 228), evita as teorias financeiras e do comércio de inspiração neoclássica e analisa a empresa multinacional intrinsecamente, como uma instituição para a produção internacional - mais do que para a troca internacional - a partir da organização industrial.

Hymer constatou que a teoria do investimento de portfólio fundamentada nos diferenciais de taxas de juros não era capaz de explicar o investimento direto. A teoria estabelecida não dava suporte ao fato de que: 1) o período de acúmulo de investimento direto no exterior pelos Estados Unidos antes de 1914 coincidiu com a entrada no país de grande quantidade de investimento de portfólio, o que indica uma desconexão entre o fluxo de capital (IDE) e a taxa de juros; 2) o investimento direto cruzado entre países acontecia, simultaneamente; 3) a maior parte do investimento direto - observado por Hymer - era realizado por empresas americanas não financeiras, o que sugere outra motivação para tal comportamento que não fosse a taxa de juros; e 4) havia um padrão setorial que

associava o investimento direto às mesmas indústrias ao redor do mundo e que o IDE cruzado ocorria intraindústrias (HYMER, 1976, p. 10-23).

As inconsistências apontadas por Hymer entre teoria e evidência empírica revelaram a natureza diferente dos investimentos de portfólio, centrados na arbitragem de taxas de juros internacionais, e os investimentos diretos, que envolvem o controle de atividades no exterior. A teoria estabelecida era insatisfatória porque não explicava o controle associado ao IDE, para o qual seria necessária uma explicação diferente. Portanto, explicar o investimento direto significa explicar o controle (HYMER, 1976, p. 23).

A motivação para que uma firma controle atividades em outro país - o que Hymer chamou de operação internacional - advém do lucro derivado desse controle e não do diferencial de taxa de juros no exterior (HYMER, 1976, p. 26). É necessário explicar, portanto, em que circunstâncias a operação internacional seria lucrativa.

Uma teoria das operações internacionais é parte da teoria da firma e diz respeito às várias relações entre empresas de países diferentes, conectadas pelo mercado, que concorrem entre si ou que são fornecedoras umas das outras. As ferramentas analíticas devem ser as mesmas usadas para analisar a operação das firmas, levando-se em conta que as operações são internacionais, mas as firmas são nacionais. E porque a operação é internacional, as diferenças entre os países em termos de governo, leis, idioma e economia são importantes na medida em que tornam os mercados de diferentes países muito mais separados do que os mercados regionais dentro de um país. Por sua vez, a nacionalidade da empresa importa, não só porque isso afetará o tratamento que ela irá receber no exterior, mas também porque a firma está sujeita ao controle e à taxa de seu próprio governo e ao sentimento de nacionalismo (HYMER, 1976, p. 28-30).

Em condições normais, as empresas nacionais encontram-se em melhor posição para obter informações sobre seus próprios países enquanto, considerando-se a separação e as diferenças internacionais, para uma empresa estrangeira a aquisição de tais informações representa um custo considerável, embora fixo. Além disso, há o estigma de ser estrangeiro uma vez que a empresa está sujeita à discriminação por parte dos governos, consumidores e fornecedores nacionais. Some-se a isso o risco cambial, no sentido de que as alterações na taxa de câmbio afetam mais as firmas com mais obrigações em moeda estrangeira, neste caso a empresa multinacional (HYMER, 1976, p. 34-36). Existem, portanto, barreiras à operação internacional das empresas representadas pelas vantagens que as empresas nacionais possuem (sobre as estrangeiras) para atuar em seus próprios mercados se nenhuma condição especial prevalecer. Dessa forma, o controle de operações no exterior deve ser lucrativo o suficiente para compensar as desvan-

tagens de ser uma empresa estrangeira. Hymer (1976) explica essas circunstâncias específicas com base no que ele denominou de remoção de conflitos e posse de vantagens por parte da firma multinacional.

A remoção de conflitos deve levar à operação internacional na medida em que existe a possibilidade de firmas em países diferentes, sob competição real ou potencial, realizarem um lucro conjunto maior a partir da fusão das empresas (como um tipo específico de colusão). A condição para que isso ocorra é a existência de barreiras à entrada no mercado em que apenas algumas poucas empresas atuam. Em caso contrário, todo lucro conjunto seria rapidamente erodido pela entrada de novas firmas. O mesmo pode ocorrer quando nos casos em que poucas empresas de um país são fornecedoras de outras poucas firmas em outro país. Também nessa situação a fusão é uma opção viável para aumentar o lucro conjunto. O princípio da remoção de conflitos é a remoção da própria competição. É necessário esclarecer que, nesses casos, a fusão, e conseqüentemente a operação internacional, não é um resultado necessário. Além disso, caso ocorra, não há uma predição da teoria para qual será a nacionalidade, quem manterá o controle, da nova empresa (HYMER, 1976, p. 37-39).

Em outra direção, desde que se reconheça que diferentes empresas possuem diversas habilidades para operar em uma determinada indústria, essas diferenças podem representar vantagens consideráveis em atividades específicas de algumas firmas sobre outras e podem ser tão diversificadas quanto as formas de produção e comercialização. Elas podem estar associadas a condições mais favoráveis para obter fatores de produção a custos mais baixos, ao conhecimento ou controle de uma tecnologia de produção mais eficiente, a uma rede de distribuição melhor ou a um produto diferenciado, por exemplo (HYMER, 1976, p. 41).

Hymer recorre explicitamente à tipologia de vantagens proposta por Bain (1956). Enquanto Bain descreve vantagens de custo, diferenciação de produtos e barreiras à entrada fundadas em grandes economias de escala em favor das firmas estabelecidas face a face às firmas entrantes, Hymer aplica a mesma tipologia para apontar as vantagens que firmas de um país possuem sobre as firmas em outro país. O interesse, nesse caso, está nas barreiras à entrada aplicadas a firmas de diferentes nacionalidades. Isso envolve reconhecer as diferenças entre as vantagens que uma empresa pode possuir em relação as demais empresa em seu próprio país e em relação a empresas no exterior. De fato, ao operar em outro país, a firma está sujeita a todas as desvantagens de ser estrangeira, o que torna suas vantagens em uma determinada indústria do seu país de origem mais fracas quando exercidas no país de destino. No sentido contrário, uma vantagem qualquer pode ser mais forte quando exercida no exterior do que no próprio país (HYMER, 1976, p. 42-43).

A conclusão de Hymer é de que a posse de vantagens torna possível para a empresa lucrar com a operação internacional e, por isso, o investimento direto pode ocorrer mesmo que não exista qualquer diferencial de taxa de juros entre o país de origem e o de destino. Portanto, “[a] diferença de competência entre as firmas é uma condição suficiente para a operação internacional.” (HYMER, 1976, p. 46).

Após a elaboração original de Hymer, ainda na década de 1960, surge outra teoria amplamente utilizada para explicar a produção internacional, embora não fosse esse o objetivo principal de seu formulador, Raymond Vernon. Originalmente interessado em explicar o padrão de comércio internacional entre Estados Unidos e Europa, Vernon (1966) aplica explicitamente as ideias de Posner (1961) sobre o ciclo de vida do produto para determinar a localização da produção de produtos que atendam à demanda de alta renda ou produtos associados a altos custos do trabalho. Explicar tais padrões de comércio internacional ganhava relevância à medida que prevalecia o paradoxo de Leontief segundo o qual as importações dos Estados Unidos eram mais capital-intensivas que suas exportações (LEONTIEF, 1953; 1956), contrariando, assim, o postulado pela teoria dos custos comparativos, em particular do modelo Heckscher-Ohlin (H-O). Nesse aspecto, para Vernon, qualquer teoria de comércio internacional que negligenciasse o papel da inovação, escala, ignorância e incerteza pareceria incompleta (VERNON, 1966, p. 191).

O modelo do ciclo do produto de Vernon (*Product Cycle Model* - PCM) é estruturado sobre algumas hipóteses básicas. A primeira é de que firmas localizadas em qualquer país desenvolvido possuem igual acesso ao conhecimento científico, bem como igual capacidade para compreender princípios científicos, porém, com diferentes probabilidades de aplicar tais princípios na geração de novos produtos. O conhecimento deixa, portanto, de ser um bem livre e sua busca passa a fazer parte do processo de tomada de decisão de investimento e comércio das firmas. Assim, em razão da maior facilidade de acesso ao conhecimento, as firmas estão conscientes de que as possibilidades de introdução de um novo produto são maiores no mercado em que atuam do que em qualquer outro.

A segunda hipótese do modelo de Vernon é de que a capacidade da firma de perceber uma oportunidade de introdução de um novo produto no mercado, bem como a capacidade de responder a essa oportunidade, são uma função da facilidade de comunicação, que por sua vez é uma função da proximidade geográfica. Assim, as firmas localizadas nos Estados Unidos seriam as primeiras a perceber qualquer oportunidade para satisfazer uma nova demanda associada a altos níveis de renda ou altos custos da mão de obra e, em decorrência disso, gastariam mais no desenvolvimento de novos produtos do que outras empresas no exterior.

Vernon pressupõe também que a produção de um bem não precisa estar localizada necessariamente próxima ao mercado consumidor, a menos que os custos de produção

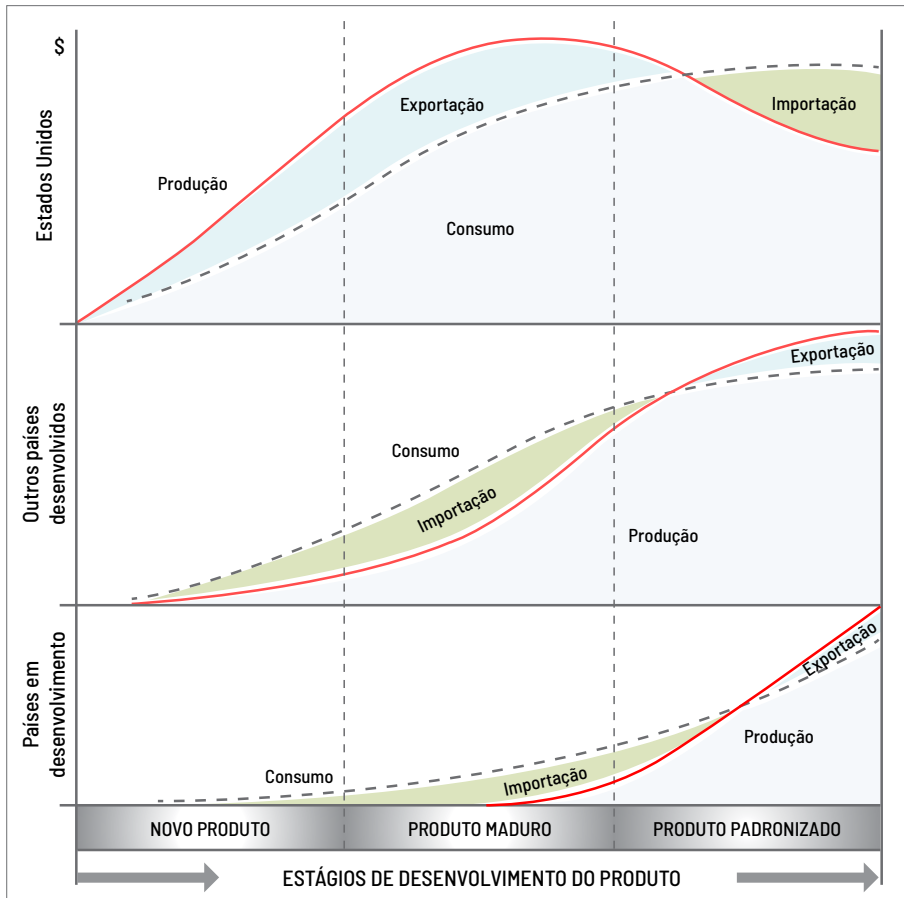
e distribuição sejam os mais baixos a partir desse mercado. Contudo, a localização não deve ser determinada apenas pela minimização dos custos, em particular, do trabalho e de transporte, mas também pela consideração de fatores como problemas de comunicação e existência de economias externas. Desse ponto de vista, mesmo com os altos custos do trabalho, do transporte internacional e das altas taxas de importação, as primeiras unidades produtoras dos novos produtos serão atraídas para os Estados Unidos por forças muito mais fortes do que a consideração de custos relativos de fatores e de transporte.

A questão se torna, portanto, estabelecer em que circunstâncias os novos produtos associados a uma demanda de alta renda e/ou sujeitos a altos custos da mão de obra serão produzidos localmente (nos Estados Unidos) ou serão produzidos externamente e depois importados para os Estados Unidos. A explicação de Vernon passa pela definição do ciclo de vida do novo produto dividido em três fases, ilustradas na Figura 1.

A primeira fase corresponde aos primeiros estágios da introdução de um novo produto (inovação) em que o produtor enfrenta certas condições críticas, porém transitórias. Essas condições dizem respeito à quase completa falta de padronização do produto de forma que os insumos, o processo de produção e as especificações finais do produto podem cobrir um espectro muito amplo de possibilidades. Assim, enquanto os insumos não puderem ser fixados com segurança, o produtor estará preocupado com o grau de liberdade para mudar tais insumos, o que leva o cálculo dos custos a considerar a necessidade de flexibilidade, qualquer que seja a localização da produção. Em função do alto grau de diferenciação do produto e/ou da existência de monopólio nos estágios iniciais, a elasticidade-preço da demanda para firmas individuais deve ser comparativamente baixa, o que torna as diferenças marginais de custo menos importantes nesses estágios do que em estágios posteriores. Ao considerar, portanto, os Estados Unidos como um país caracterizado por uma alta renda média, altos custos de mão de obra e dotado de capital relativamente ilimitado, em comparação com outros países, qualquer produtor que busque aproveitar as oportunidades de introduzir um novo produto nesse mercado será levado a escolher os Estados Unidos como base local de produção por razões muito além das considerações sobre os custos dos fatores ou de transporte.

A segunda fase do ciclo corresponde ao estágio em que o produto já alcançou algum amadurecimento decorrente da expansão da demanda e já existe certo grau de padronização do produto sem que haja uma redução no esforço de diferenciação. A necessidade de flexibilidade diminui nesse estágio, e as possibilidades técnicas abertas pela padronização permitem à firma explorar economias de escala e assumir compromissos de longo prazo com certos processos e instalações fixas. Nesse momento, as preocupações com as características do produto começam a dar lugar às preocupações com os custos de produção. A redução da incerteza melhora as projeções de custo e aumenta a atenção dedicada a esse componente.

Figura 1 – Modelo do ciclo do produto



Fonte: Adaptado de Vernon (1966).

À medida que a demanda pelo produto de alta renda se expande nos países avançados, as firmas que iniciaram a produção em massa nos Estados Unidos podem considerar o risco de instalar novas unidades produtoras nos países avançados que originalmente importavam o produto. As considerações para tal decisão envolvem a comparação entre a soma do custo marginal da produção mais o custo de transporte e o custo médio de produção no mercado de destino. Por sua vez, tal comparação vai depender da capacidade do produtor de projetar os custos de produção em um mercado em que os fatores de produção e a tecnologia adequada são diferentes das disponíveis na origem.

As diferenças, portanto, nos custos de produção entre as unidades produtoras instaladas nos Estados Unidos e aquelas instaladas em outro país avançado devem consistir, predominantemente, nas diferenças de escala e no custo do tra-

balho. Contudo, se o produtor é uma firma internacional localizada em vários países, os custos de financiamento do capital nas diferentes localizações podem não ser significativamente diferentes e, na medida em que as economias de escala sejam plenamente exploradas, a principal diferença entre suas localizações será o custo do trabalho. Dessa forma, é bastante provável que o mercado de um terceiro país seja atendido a partir da nova unidade no exterior e, desde que as diferenças no custo do trabalho sejam grandes o bastante para compensar os custos de transporte, o próprio mercado nos Estados Unidos pode ser atendido pelas exportações da nova unidade.

A sequência de tomada de decisão de investimento internacional não é um processo racional. Nesse sentido, são as ameaças à posição estabelecida pela firma que estimulam sua ação, mais do que a existência de uma oportunidade. Tais ameaças podem originar-se de várias fontes no campo de investimento internacional. Uma vez que os empresários locais nos países de destino das exportações podem reagir à oportunidade que estão perdendo ou dada a possibilidade dos governos locais adotarem programas de substituição de importações, o investimento internacional por parte do exportador pode configurar-se como uma forma prudente de prevenir a perda de um mercado. Além disso, o investimento internacional realizado por um produtor localizado nos Estados Unidos pode ser tomado por outros produtores do mesmo país como uma ameaça ao status quo em virtude da perda de posição relativa ao primeiro investidor e a uma perda de *market share* em termos globais. Em tais circunstâncias, a incerteza decorrente das possibilidades abertas pelo investimento internacional pode ser reduzida à medida que os competidores seguem o investidor pioneiro e investem nas mesmas áreas.

Na terceira fase do ciclo, o produto se encontra em um estágio avançado de padronização e os países menos desenvolvidos podem oferecer vantagens competitivas como local de produção. Tais vantagens decorrem do fato de que firmas que produzem um produto altamente padronizado estão em melhor posição para evitar problemas de informação e ausência de economias externas a partir da produção verticalmente integrada e autossustentável. Do ponto de vista da informação, uma vez que o modelo de Vernon assume o conhecimento como uma variável endógena e que, por isso, a sua obtenção implica um custo, as firmas não estariam dispostas a investir em um mercado de dimensões desconhecidas, nem se arriscariam a depender de um fluxo contínuo de informações confiáveis sobre o mercado transmitido a uma longa distância. Considerando que produtos padronizados têm um mercado internacional bem articulado, de fácil acesso e baseado na concorrência de preços, tais produtos não enfrentariam os problemas de informação característicos dos países menos desenvolvidos. Do ponto de

vista das economias externas, processos de produção que dependem de insumos da economia local como, por exemplo, mão de obra especializada, assistência técnica, peças de reposição, material especializado sob encomenda entre outros, são menos apropriadas a áreas menos desenvolvidas do que aqueles processo que não possuem tais requerimentos, como é o caso de produtos padronizados.

A busca por eficiência econômica pode ser vista como uma terceira via para explicar a existência da empresa multinacional. Buckley e Casson (1976) seguem nessa linha e tomam a empresa multinacional como um caso especial da firma multiplanta que mantém a propriedade e controle de diversas atividades interdependentes conectadas por fluxos de produtos intermediários e são coordenadas dentro da hierarquia da firma, muito mais que pelo mecanismo de mercado (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 36). Nesse sentido, no processo de maximização de lucro das firmas, a existência de imperfeições nos mercados de produtos intermediários criaria incentivos para a supressão do mercado pela criação de mercados internos. A empresa multinacional surge quando a internalização de mercados acontece entre fronteiras nacionais (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 33).

Buckley e Casson assumem, em conformidade com Coase (1937), que sob certas condições, a coordenação de atividades interdependentes por intermédio de um conjunto completo de mercados perfeitamente competitivos não pode ser melhorada e, portanto, a substituição de um sistema perfeito de mercados por um sistema de controle centralizado não se justificaria por si mesma. Nesse caso, a condição necessária para a internalização de um mercado é que tal situação seja mais eficiente que um mercado externo, o que acontece quando existem imperfeições de mercado. Uma vez que evitar imperfeições de mercado via internalização significa incorrer em custos de alguma natureza, a escala ótima de produção e, por conseguinte, os limites (tamanho) da firma são estabelecidos no ponto em que os benefícios e os custos da internalização são equalizados (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 37).

As condições em que a internalização de um mercado se mostrará mais eficiente que a coordenação externa passam pela identificação da natureza das imperfeições de mercado, bem como dos custos associados à internalização. Na perspectiva de Buckley e Casson, as imperfeições de mercado podem ser de cinco tipos diferentes. O primeiro tipo decorre da existência de significativas defasagens de tempo entre atividades interdependentes conectadas pelo mercado. Neste caso, a inexistência de mercados futuros requeridos para a coordenação dessas atividades é um forte incentivo para que a firma crie sua própria estrutura interna para conduzi-las sob seu controle.

O segundo aparece quando a exploração eficiente do poder de mercado de um produto intermediário demanda algum tipo de discriminação de preços que não

pode ser praticada em um mercado externo. Nesse caso, a firma (monopolista ou oligopolista) encontra incentivos para uma integração para frente ou para trás na cadeia de valor que permita um sistema de discriminação de preços no mercado internalizado.

O terceiro está relacionado a situações em que a concentração bilateral de poder de mercado leva a condições de barganha instáveis e indeterminadas. Nesses casos, contratos de longo prazo firmados entre as partes ou mesmo acordos de fusão ou aquisição apresentam-se como a melhor forma de evitar não apenas os custos das sanções que as firmas impõem umas contra as outras durante o processo de barganha, mas também a incerteza decorrente da ameaça de tais sanções (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 38).

A existência de assimetria entre vendedor e comprador acerca do conhecimento do valor do produto é a fonte do quarto tipo de imperfeição de mercado. Nas situações em que o vendedor de um produto intermediário é mais bem informado do que o comprador, porém incapaz de demonstrar a razoabilidade do preço praticado, há o incentivo para que o risco do comprador seja internalizado pelo vendedor. Essa internalização pode ser feita pela aquisição do comprador pelo vendedor ou pelo estabelecimento de uma concorrência entre eles. Nos dois casos, uma integração para frente é esperada. Um caso extremo para essa situação ocorre quando o produto intermediário em questão guarda características de um bem público, de tal forma que o risco do comprador torna-se alto e a integração torna-se a solução lógica (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 38).

O quinto tipo de imperfeição resulta da interferência dos governos nos mercados internacionais em termos de: 1) imposição de tarifas sobre valor ou restrições ao movimento de capitais; e 2) nas diferenças entre países em relação às taxas sobre a renda e os lucros. Tais interferências afetam direta ou indiretamente o comércio internacional de bens intermediários. O incentivo à internalização advém do fato de que os preços praticados internamente estão sujeitos apenas às necessidades contábeis dentro da rede e do que consumidores e autoridades fiscais podem tolerar (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 38-39).

A análise de Buckley e Casson é concentrada nos produtos intermediários em geral, e em particular no mercado de conhecimento produzido de forma interdependente nas atividades de produção, marketing e pesquisa e desenvolvimento (P&D). O mercado para os vários tipos de conhecimento oferece os incentivos mais fortes à internalização quando consideradas as imperfeições de mercado listadas anteriormente e as razões para tal consideração são apresentadas pelos autores como segue. Em primeiro lugar, a produção de conhecimento (via P&D) e sua aplicação em novos produtos e processos requer simultaneamente planejamento de longo prazo e cuidadosa sincronização de curto prazo, o que

leva a internalização na ausência de mercados futuros adequados e efetivos. Em segundo lugar, mesmo que por um período limitado de tempo, o conhecimento produzido guarda características de monopólio natural cuja exploração eficiente demanda alguma discriminação de preços, o que em geral não é viável em um sistema de licenciamento. Em terceiro lugar, são comuns as situações em que os possíveis compradores do conhecimento sejam também monopolistas, o que leva a concentração bilateral de poder de mercado (já que o produtor do conhecimento também é monopolista) e aos problemas de barganha mencionados. A internalização por meio da propriedade conjunta torna-se a solução adequada. Em quarto lugar, a assimetria de informação em termos do conhecimento não patenteado ou não registrado aumenta a incerteza da parte compradora dificultando um acordo sobre o preço do conhecimento. Somado ao fato de que, no interior da firma, o conhecimento é um bem público, com custo de transmissão baixo, a maximização da renda advinda da posse do conhecimento exige que suas características de monopólio natural sejam preservadas. Em quinto lugar, uma vez que os fluxos de conhecimento são de difícil valoração, sua internalização fornece uma excelente base para preços de transferência (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 39-40).

Em contrapartida aos benefícios obtidos com a internalização de um mercado devem ser considerados os seus altos custos em termos de recursos e comunicação, bem como a maior suscetibilidade do mercado internalizado à interferência política face a face o mercado externo correspondente. Do ponto de vista dos custos dos recursos, assume-se que a internalização, em geral, quebra um mercado externo único em vários mercados internos separados. Como consequência, ao contrário do que aconteceria no mercado externo perfeitamente competitivo, a escala ótima de produção em cada mercado internalizado torna-se dependente das demais e, se essas escalas são diferentes, então, o custo médio só é minimizado quando a firma opera na escala ótima igual ao menor denominador comum entre as escalas ótimas. Se essa escala ótima não for atendida, a escala de pelo menos alguma atividade será distorcida e, por conseguinte, a internalização reduzirá a eficiência econômica abaixo do que prevaleceria em um mercado externo perfeitamente competitivo. Contudo, a perda de eficiência poderia ser significativamente reduzida se, a cada etapa do processo produtivo, a produção excedente ou os insumos adicionais requeridos pudessem ser transacionados no mercado aberto. Nesse caso, a internalização seria apenas parcial e os mercados interno e externo coexistiriam lado a lado. O resultado é, portanto, que os custos de recursos decorrentes da fragmentação no mercado interno dificilmente terão peso significativo na decisão de internalização (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 41-42).

Os custos de comunicação, por sua vez, tendem a ser muito mais altos em

um mercado internalizado do que no mercado externo. No mercado interno, o processo racional de decisão demanda um volume maior de informação do que o que era anteriormente fornecido pelo mercado externo. Além disso, em virtude da fragmentação dos mercados decorrente da internalização, as despesas gerais podem aumentar se cada mercado possuir seu próprio sistema de comunicação ou se o uso de um sistema de comunicação comum levar a problemas de confidencialidade. Por fim, as informações geradas deverão ser conferidas em termos de sua exatidão e para garantir que nenhuma informação relevante seja omitida. Na medida em que esses custos adicionais de comunicação se verificarem, a decisão de internalização deve depender das distâncias entre os mercados e de suas dissimilaridades em termos sociais, idioma e ambiente econômico (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 42).

A internalização envolve ainda outros dois pontos a serem destacados. O primeiro se refere ao custo, de caráter mais internacional, relacionado às questões políticas associadas ao controle e à propriedade de firmas estrangeiras. Nesse sentido, contam-se os problemas de discriminação contra empresas de outros países, o favorecimento de governos às firmas nacionais e a constante ameaça de expropriação. O segundo ponto se refere ao fato de que o benefício líquido da internalização depende da capacidade da firma de gerenciar e organizar um mercado interno, bem como a capacidade de lidar com problemas associados à produção multiplanta e às questões contábeis envolvendo várias moedas (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 42-43).

Quando os benefícios superarem os custos, a internalização deve ocorrer, e quando o mercado internalizado estiver localizado fora das fronteiras nacionais, a internalização resultará em uma empresa multinacional. A questão que surge imediatamente ao cálculo precedente é saber em quais circunstâncias a internalização levará à internacionalização. Nesse sentido, Buckley e Casson argumentam que é no mercado de conhecimento que se deve esperar um alto grau de multinacionalização. Devido a seu caráter de bem público no interior da firma, o conhecimento é facilmente transmitido entre fronteiras e, por isso, sua exploração possui uma lógica de operação internacional, e a internalização deverá envolver uma rede de unidades em âmbito mundial (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 45).

A geração de conhecimento envolve as atividades integradas de produção, comercialização, pesquisa e desenvolvimento (P&D). Por sua vez, o conceito de pesquisa e desenvolvimento inclui tanto a P&D técnica quanto a P&D orientada para a comercialização, e a realização do conjunto completo de atividades requer disposição de mão de obra altamente qualificada, equipamentos sofisticados e informações provenientes do ambiente científico e empresarial. Desde que haja restrições à movimentação internacional de técnicos, cientistas e engenheiros,

pode-se supor que a P&D será localizada em países com sistema educacional mais desenvolvido. Dessa forma, nos estágios iniciais da P&D, os requerimentos de pesquisa científica e de marketing dependeram de informações providas por instituições como universidade, associações comerciais, unidades de venda, governos, etc. (BUCKLEY; CASSON, 1976, p. 45-56).

As três elaborações teóricas apresentadas acima datam das décadas de 1960 e 1970, mas suas proposições inspiraram novas elaborações desde aquela época e alimentam os debates sobre a produção internacional até os dias atuais. Para os interesses deste capítulo, faz-se necessário identificar nessas teorias os elementos de conexão entre a natureza da empresa multinacional e a abordagem dos sistemas nacionais de inovação. Em primeiro lugar, a partir da teoria de Stephen Hymer (1976), pode-se concluir que a causa central da existência da empresa multinacional está na posse de alguma vantagem por parte da firma que compense a manutenção do controle de alguma atividade no exterior face às desvantagens de ser uma empresa estrangeira. Embora Hymer elabore pouco sobre a natureza dessas vantagens, ele defende a posse de alguma tecnologia e/ou conhecimento específico como uma vantagem que pode ser utilizada com sucesso na operação internacional. Mesmo quando recorre a vantagens derivadas da posição e da estrutura de mercado na qual a firma multinacional atua, essa mesma posição é passível de ter sido adquirida a partir da posse de algum ativo tecnológico, pode-se especular. De fato, para construir sua posição de mercado e mantê-la ou fortalecê-la, a firma, operando ainda em âmbito nacional, pode recorrer a atividades inovativas em produtos, processos, organizacionais ou de estratégias de mercado (ou em uma combinação dessas) e, eventualmente, pode ver-se em condições de explorar as vantagens obtidas operando diretamente no exterior.

Por sua vez, a argumentação de Vernon (1966) demonstra que a produção internacional não pode ser dissociada do processo de inovação e das características técnicas dos produtos produzidos internacionalmente e dos processos produtivos das firmas. Mais que isso, Vernon demonstra também a importância das diferenças entre as possíveis localizações da produção internacional em termos da sua base de conhecimento, da habilidade da força de trabalho e da qualidade e capacidade tecnológica das firmas locais para fornecer os insumos e serviços necessários a cada fase do ciclo de vida do produto. Embora não considere os efeitos da produção internacional sobre as diversas localizações que ela assume (por exemplo, os impactos das empresas multinacionais sobre o ambiente econômico dos países menos desenvolvidos), Ietto-Gillies (2005, p. 76) sugere que a teoria de Vernon possui algumas vantagens interessantes, quais sejam: 1) seu caráter dinâmico no qual as mudanças nas firmas, nos mercados e na indústria, bem como a interação entre eles são componentes intrínsecos do modelo; 2) inovação,

tecnologia e conhecimento, assim como sua difusão são elementos endógenos cujo desenvolvimento está relacionado ao ambiente econômico e às condições de mercado do país (EUA); 3) o comércio internacional e o investimento direto são abordados em conjunto como parte da mesma teoria.

Por fim, mesmo com a forte limitação de considerar apenas os mercados para bens intermediários como aqueles em que a internalização deve ocorrer, o modelo de Buckley e Casson (1976) destaca a importância do mercado de conhecimento como o mais provável para a internalização internacional. Além disso, assim como Vernon, Buckley e Casson reconhecem o papel determinante da inovação, das atividades de P&D, da disponibilidade de técnicos e engenheiros, bem como das características econômicas e institucionais dos países envolvidos na internalização de atividades interdependentes.

Dessa forma, é possível estabelecer a inovação, a tecnologia, o conhecimento e as características mercadológicas, institucionais e culturais dos países como elementos comuns que harmonizam, em alguma medida, as explicações para a existência da empresa multinacional. Mas esses elementos, em conjunto com a própria firma, constituem precisamente os elementos centrais do arcabouço teórico dos sistemas nacionais de inovação. A constatação importante aqui é, portanto, a de que é no interior dos sistemas nacionais de inovação que as firmas constroem e adquirem suas vantagens, e que é entre os sistemas nacionais de inovação que as firmas realizam suas transações para internacionalizar suas atividades e espalhar sua presença pelo globo. Seja, pois, do ponto de vista histórico ou teórico, a empresa multinacional emerge no interior do sistema nacional de inovação e, ao fazê-lo, conecta seu SNI de origem àquele para onde expande suas atividades.

3. CODETERMINANTES MULTINACIONAIS DOS SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

O estudo da empresa multinacional será importante enquanto as fronteiras nacionais permanecerem importantes. Nelson (1993) argumenta que há sempre um componente nacional influenciando firmas, sistema educacional, sistema legal, políticas e governos, na medida em que esses atores são conformados pela história e pela cultura compartilhadas, e exercerão sempre alguma influência sobre a atividade econômica. A empresa multinacional, portanto, estará sempre inserida em múltiplos ambientes nacionais, seja na sua origem ou destino.

Visto desse ângulo, torna-se mais claro o papel central que a localização desempenha na atividade da firma multinacional. Dunning (1988) alerta para o fato de que a geografia dos negócios internacionais não é independente do modo

de entrada usado pela multinacional que, por sua vez, também não é independente das vantagens competitivas da firma que realiza o IDE, e que tal interdependência é ainda mais proeminente nas atividades intensivas em conhecimento. Na mesma direção, Cantwell (2009) destaca a importância das inter-relações entre atividades especializadas realizadas em várias localizações, de onde a firma multinacional aproveita os recursos ou habilidades específicas a partir da interação com atores locais. A empresa multinacional pode ser vista como uma organização evolucionária que cria e usa um fluxo regular e cumulativo de conhecimentos e capacidades originadas em diferentes localidades (CANTWELL, 2009, p. 38).

O quadro em que a empresa multinacional organiza uma rede para criação e uso de conhecimento, aproveitando as especificidades de cada localização em que atua ao mesmo tempo em que mergulha nesses ambientes nacionais, pode ser traduzido na proposição de que a empresa multinacional atua em múltiplos sistemas nacionais de inovação. A ideia é que o conceito de sistema nacional de inovação carrega as características (elementos e comportamento) importantes para a empresa multinacional.

A inovação é a principal fonte de vantagens de propriedade para as firmas. As vantagens de propriedade de uma firma ocorrem na posse de algum ativo não disponível às demais firmas em condições favoráveis (DUNNING; LUNDAN, 2008). Tomada em sentido amplo, como em Schumpeter (1982 [1934]), a inovação proporciona à firma capitalista a possibilidade de lucro enquanto for um ativo indisponível para as demais firmas. Esse aspecto é mais facilmente percebido nas inovações de natureza tecnológica, porém, é válido de modo geral. Novas formas organizacionais ou novas posições de mercado, por exemplo, constituem vantagens que a firma pode explorar na luta pela sobrevivência.

Tomar as vantagens de propriedade como resultado do processo de inovação é interessante por dois motivos. O primeiro é que, dessa forma, as vantagens de propriedade ganham um caráter essencialmente dinâmico, tendo em vista que a concorrência schumpeteriana tende a desgastar tais vantagens, mas que, pela própria natureza desse tipo de concorrência, leva as firmas capitalistas a buscarem novas vantagens. Além disso, o processo que leva à inovação e o processo de aprendizado (LUNDVALL, 2010) estão associados simbioticamente. Isso significa que, ao adquirir (no sentido de criar, desenvolver ou obter a partir de uma transação com terceiros) novas vantagens, a firma se torna mais apta a adquirir outras vantagens no futuro. O aprendizado obtido pela firma configura, em si, uma vantagem de propriedade cuja diluição pela concorrência, embora seja mais difícil dentro do paradigma técnico-econômico (PEREZ, 2002) em que se originou, nunca é totalmente bloqueada.

O segundo motivo é que, no processo de inovação, a firma utiliza seus re-

curso e capacidades internas enquanto interage com outros elementos do seu ambiente externo. Tais elementos externos à firma, mas importantes para seu processo de inovação, em conjunto com a própria firma e a dinâmica desencadeada por suas interações em âmbito nacional é o que está contido na ideia geral de sistema nacional de inovação. Assim, pode-se propor que o sistema nacional de inovação é o meio no qual a firma cria, desenvolve e sustenta suas vantagens de propriedade.

Na origem, portanto, o sistema nacional de inovação tem papel determinante na emergência das empresas multinacionais. A capacidade do SNI de promover a mudança econômica e o estágio de desenvolvimento em que ele se encontra, em termos do seu grau de complexidade, devem determinar o ritmo e a importância das inovações na economia. A partir daí, surgem as oportunidades para que as firmas adquiram vantagens de propriedade, bem como as variedades de vantagens que podem ser adquiridas. Nesse sentido, a diversidade de vantagens de propriedade que surge dentro de um sistema nacional de inovação e, a partir delas, o volume e a diversidade de empresas multinacionais que emergem são indicativos do sucesso do SNI.

No destino, a empresa multinacional estende sua hierarquia para internalizar elementos pertencentes a outro sistema nacional de inovação. Nesse SNI anfitrião, a empresa multinacional encontra elementos diferentes, organizados de forma diferente em uma hierarquia diferente, interagindo de forma diferente. Estabelecer tudo o que a empresa multinacional encontra em seu destino exigiria detalhar toda a estrutura e comportamento de todos os sistemas nacionais de inovação para os quais ela se dirige, mas seguir nessa direção não é o objetivo aqui. É seguro, contudo, afirmar que o sistema nacional de inovação de destino (assim como o de origem) é uma produção histórica da relação entre seus elementos e deles com o ambiente. Mas algumas categorias de elementos e tipos de interações são importantes aqui. Dessa forma, pode-se dizer que, ao imergir em outros sistemas nacionais de inovação, a empresa multinacional irá interagir com governos em várias esferas, com instituições formais e informais e, principalmente, com outras firmas, nacionais e multinacionais.

Os efeitos dessa imersão da multinacional no país de destino são amplamente discutidos na literatura, tanto de negócios internacionais quanto dos sistemas de inovação, em estudos que destacam tanto o lado positivo quanto o lado negativo da força, como analisa Forsgren (2008). Considerações dessa natureza envolvem reconhecer que, ao dirigir-se para algum sistema nacional de inovação, a firma multinacional carrega elementos de seu SNI original, a partir do qual ela construiu as vantagens de propriedade que pretende explorar no exterior e com o qual mantém fortes ligações. Dessa forma, quando a multinacional inicia suas

atividades no exterior, elementos dos sistemas nacionais de inovação de origem e destino passam a interagir, em alguma medida, no interior da hierarquia da firma. Um dos efeitos mais investigados dessa interação é a transferência de tecnologia do SNI de origem para o SNI anfitrião. Além da tecnologia, contudo, outros fatores podem ser transferidos com a presença da multinacional no sistema de inovação de destino. Entre eles vale citar, por exemplo, a transferência de uma cultura de negócios (SAUVANT, 1976), ou de uma cultura corporativa e o exemplo empresarial (DUNNING; LUNDAN, 2008).

Do ponto de vista da tecnologia, Chesnais (1996) identifica três níveis de atividades tecnológicas tipicamente realizadas por subsidiárias de empresas multinacionais nos países de destino. No primeiro nível, laboratórios de P&D de apoio, cuja função é a adaptação de produtos e processos às condições locais, atuam associados a subsidiárias do tipo réplica, cuja estratégia é a reprodução em menor escala da estrutura da matriz para produzir a mesma linha de produtos. O segundo nível é realizado por laboratórios especializados associados a subsidiárias racionalizadas, inseridas numa divisão internacional do trabalho científico, para a produção apenas de uma parte limitada da linha de produtos da multinacional. Nesse caso, o grau de independência da subsidiária racionalizada em termos de atividades tecnológicas pode ser ainda menor que o desfrutado pela subsidiária de réplica. No terceiro nível, a subsidiária pode receber da matriz um mandato produtivo mundial que lhe garante concepção, produção e comercialização de um produto (ou uma linha de produtos) e, para isso, estabelece um laboratório de P&D relativamente autônomo.

Essa tipologia descrita por Chesnais depende, naturalmente, dos motivos e estratégias seguidos pela empresa multinacional, como os relatados por Dunning e Lundan (2008). Nesse sentido, é possível especular que estratégias do tipo *market-seeking* levem à instalação de subsidiárias do tipo réplica em grande parte dos casos, enquanto estratégias *resource-seeking* tendem a usar subsidiárias do tipo racionalizadas. Por sua vez, a ocorrência de subsidiárias com um mandato mundial pode estar associada à evolução das estratégias da multinacional e ao aumento da importância relativa da subsidiária dentro da rede da multinacional.

O investimento direto no exterior pode ter o objetivo de fortalecer as vantagens de propriedade da firma (CANTWELL, 2000). Dessa forma, como verificam Cantwell (2009) e Dunning (1995; 1996), há uma tendência crescente das empresas multinacionais de seguirem estratégias do tipo *asset-seeking* ou *asset-augmenting*. Esse movimento está associado à busca por novas vantagens de propriedade e leva a multinacional a diversificar suas atividades tecnológicas em diferentes SNI em função de suas próprias competências e vantagens de propriedade e das especializações de cada sistema nacional de inovação. O resultado da interação

entre essas especializações é um aprofundamento da especialização tecnológica do SNI de destino (CANTWELL, 2004)

A tendência ao aumento da dispersão geográfica das atividades tecnológicas das multinacionais sugere que os sistemas nacionais de inovação dos países são vistos como fontes potenciais de vantagens de propriedade. Porém, mesmo em casos menos sofisticados como os das subsidiárias de réplica, o SNI configura uma fonte de vantagens para a firma em pelo menos dois sentidos. O primeiro é que, para reproduzir em menor escala a estrutura e a linha de produtos já estabelecidos na matriz, a subsidiária necessita adaptar estrutura, tecnologia e processos aos recursos disponíveis localmente, e os produtos devem ser adaptados aos gostos e condições de demanda locais. Isso significa que as vantagens de propriedade da firma multinacional não são necessariamente exploradas pela subsidiária da mesma forma como são pela matriz, ou por outras subsidiárias em outros países. Porém, a partir da adaptação, as vantagens iniciais são modificadas e podem constituir novas vantagens que a empresa multinacional pode explorar dentro da sua rede.

Em segundo lugar, na medida em que atua para explorar suas vantagens de propriedade, e efetivamente as explora, no sistema nacional de inovação em que se inseriu a firma multinacional aprende a superar as inconveniências de estar fora de seu NSI de origem e pode tornar-se localmente dominante. Para tanto, a multinacional deve estar engajada efetivamente no contexto local para adquirir os contatos e melhorar o grau de confiança necessário, o que está diretamente relacionado à distância institucional entre os SNI de origem e de destino (CANTWELL, 2009).

As escolhas locais e as estratégias utilizadas pela empresa multinacional ao estender suas atividades para o exterior devem depender, portanto, das características das vantagens de propriedade que planeja explorar, associadas às vantagens que ela pode obter explorando-as em países específicos. Isso, em conformidade com a discussão acima, está relacionado às características tecnológicas e institucionais na origem e no destino. Dito de outra forma, o sistema nacional de inovação constitui uma fonte de vantagens de propriedade para as firmas nele inseridas e uma fonte de vantagens locais do país.

Outro fator que a empresa multinacional insere no SNI de destino é a concorrência, cujos efeitos dependerão das características do próprio sistema nacional de inovação anfitrião. A presença de subsidiárias de empresas multinacionais pode estimular empresas nacionais que atuam no mesmo setor da subsidiária a aumentar sua produtividade (a partir de inovações) com vistas a competir de forma adequada. Esse é um efeito positivo que depende da distância tecnológica entre a multinacional e seus concorrentes nacionais (NARULA; DUNNING,

2010), o que está relacionado à capacidade tecnológica do país anfitrião. Nos setores em que a capacidade tecnológica nacional é fraca, a concorrência imposta pela presença da empresa multinacional pode expulsar as empresas nacionais do mercado (NARULA; DUNNING, 2010) e reduzir ainda mais a capacidade tecnológica nacional (CANTWELL; NARULA, 2003). Posto de outra maneira, quando as vantagens de propriedade da empresa multinacional e as vantagens locais do sistema nacional de inovação de destino são fortes, pode-se esperar um grande potencial para o reforço mútuo dessas vantagens (CANTWELL; NARULA, 2003). Porém, um sistema nacional de inovação que representa fortes vantagens locais é, para as firmas nele inseridas, uma fonte de fortes vantagens de propriedade que podem ser exploradas no exterior, dando origem a novas empresas multinacionais. Em resumo, o sistema nacional de inovação tende a atrair empresas multinacionais que atuam nos mesmos setores (ou setores semelhantes) aos das multinacionais que ele origina. Esse é um ponto importante no qual a prevalência de ciclos de retroalimentação balanceadores e de reforços,¹ bem como os fluxos que os compõem, devem ser observados e guiados de forma adequada para que o sistema nacional de inovação, na presença de empresas multinacionais, não atente contra seu próprio funcionamento.

O potencial para gerar novas vantagens de propriedade de um sistema nacional de inovação pode ser aproveitado (em maior ou menor grau) por todas as empresas que atuam nele, o que inclui tanto empresas nacionais quanto multinacionais. Isso significa que as vantagens de propriedade que a empresa multinacional explora em um determinado SNI podem ter sido originadas a partir de um terceiro, ou quarto ou enésimo sistema nacional de inovação, ou a partir da combinação de vários deles. Essa é a vantagem que a firma multinacional tem por atuar em uma rede. Isso torna mais clara a interdependência entre vantagens de propriedade e vantagens locais (CANTWELL, 2000), à medida que vantagens locais se tornam vantagens de propriedade da empresa multinacional (DUNNING, 1998).

Desde que as características do sistema nacional de inovação sejam consideradas como vantagens locais, o SNI deve atrair empresas multinacionais de diversas origens, por motivos semelhantes e, provavelmente, em setores semelhantes. Além disso, sistemas nacionais de inovação que originam empresas multinacionais nos setores em que configura fortes vantagens locais, tam-

1. A retroalimentação balanceadora contrapõe-se à direção de qualquer mudança imposta ao sistema de tal forma que se um estoque é forçado em um sentido, então, o balanceamento puxa-o de volta no sentido oposto. Já a retroalimentação de reforço gera mais entradas (saídas) em um estoque quanto mais (menos) já existe nele. Uma discussão mais aprofundada pode ser encontrada em Meadows (2008).

bém atraem empresas multinacionais de outros sistemas nacionais de inovação em busca do potencial para gerarem fortes vantagens de propriedade. Combinados, esses dois pontos anteriores têm duas implicações importantes. Em primeiro lugar, do ponto de vista das firmas multinacionais, isso significa enfrentar a concorrência de outras multinacionais – que também operam em rede e possuem competências e vantagens de propriedade específicas – no exterior e em casa. Mais que isso, a concorrência não é apenas efetiva, mas também é exercida por entrantes em potencial sobre todos os pontos da rede que a firma organiza. Pode-se dizer, portanto, que a empresa multinacional, na medida em que é capaz de adquirir vantagens de propriedade a partir de múltiplos sistemas nacionais de inovação e, ao mesmo tempo, capaz de enfrentar concorrência de natureza schumpeteriana em todos os pontos de sua rede, está envolvida em um processo de destruição criativa de grau mais elevado do que a empresa unicamente nacional.

Em segundo lugar, do ponto de vista dos sistemas nacionais de inovação, a presença de empresas multinacionais os conecta não apenas ao sistema nacional de inovação de origem das empresas estrangeiras que hospedam, mas ao conjunto completo de SNI, constituindo um nó nas redes formadas por essas empresas. Individualmente, cada conexão terá características próprias dependendo das características do sistema nacional de inovação em foco, das características do SNI de origem da multinacional e das características da rede particular organizada por ela e como ela distribui suas atividades entre os nós dessa rede. Em conjunto, cada sistema nacional de inovação representa um nó que conecta múltiplas redes, seja como ponto de origem ou de destino. Nas situações em que é um ponto de origem, o SNI tem a capacidade de gerar conexões, e nas situações em que é destino ele é apenas conectado. Nesse sentido, pode-se especular que a capacidade de conexão é um importante estoque do sistema nacional de inovação que é alimentado e retroalimentado, principalmente, pelos fluxos de empresas multinacionais que origina e hospeda, bem como pelos fluxos de sistemas nacionais de inovação e de atividades que essas empresas internalizam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo aponta para duas conclusões gerais e duas implicações diretas. A primeira conclusão é que as empresas multinacionais põem em contato múltiplos sistemas nacionais de inovação. Desse ponto de vista, as estratégias utilizadas por essas empresas impactam o processo de desenvolvimento dos sistemas nacionais de inovação ao mesmo tempo em que sofrem os efeitos (e se aproveitam deles) do desenvolvimento dos sistemas nacionais de inovação dos quais participam.

A segunda conclusão, em conformidade com a primeira, revela que os sistemas nacionais de inovação configuram uma fonte de vantagens de propriedade para as empresas e, conseqüentemente, contribuem para seu processo de internacionalização. Nesse sentido, a busca de fontes mais diversificadas de vantagens de propriedade mais fortes é um determinante importante na direção da internacionalização das empresas e sua distribuição global.

A primeira implicação direta do que foi exposto neste capítulo diz respeito ao fato de que a evolução de um sistema nacional de inovação particular não está completamente dissociada da evolução do conjunto de sistemas nacionais de inovação que podem ser conectados pelas empresas multinacionais. Isso, por sua vez, reafirma a importância da dimensão nacional dos sistemas nacionais de inovação, na medida em que é no âmbito nacional que as vantagens dessas conexões podem ser aproveitadas e as fragilidades decorrentes delas podem ser mitigadas. As estratégias de desenvolvimento dos países devem, portanto, considerar as estratégias disponíveis e executadas pelas empresas multinacionais, na origem e no destino.

A segunda implicação refere-se à nova agenda de pesquisa que se abre a partir do que foi exposto aqui. Propõe-se aqui um conjunto não exaustivo de pontos de desenvolvimento: 1) incorporar no campo de estudos das empresas multinacionais (negócios internacionais) o papel dos sistemas nacionais de inovação como fonte de vantagens de propriedade para as firmas e de vantagens locais para os países; 2) incorporar nas pesquisas sobre os sistemas nacionais de inovação o papel da empresa multinacional não apenas como transferidora de tecnologia/conhecimento, mas como agente de conexão entre múltiplos sistemas nacionais de inovação; 3) trazer para o interior dos debates sobre políticas de desenvolvimento econômico/tecnológico as implicações dessa mútua determinação entre sistemas nacionais de inovação e internacionalização de empresas; 4) avançar na construção e monitoramento de indicadores que contemplem essa dimensão internacional dos sistemas nacionais de inovação e suas conexões; 5) aprofundar o debate sobre os limites dos sistemas de inovação em suas diversas configurações levando em conta a existência de elementos que participam simultaneamente de múltiplos sistemas de inovação.

A difusão tecnológica e obstáculos ao *catch up*: uma perspectiva evolucionária

Rogério Gomes
Celso Neris Jr.

INTRODUÇÃO

A difusão tecnológica é um assunto de vital importância para o entendimento da relação entre desenvolvimento econômico e inovação. Em suas mais diversas abordagens, a difusão diz respeito aos mecanismos que permitem (ou restringem) a disseminação de tecnologias (novas ou não) para países, setores, firmas e sociedades ao longo do tempo. A adoção de melhores tecnologias permite o aprimoramento de uma determinada estrutura tecnológica, qualificando-a e, quiçá, pareando-a com as novas estruturas criadas, e também com aquelas que já se encontram em processo de aperfeiçoamento decorrente da primazia de determinado processo inovativo. É por este motivo que os mecanismos de difusão e de adoção de uma tecnologia são, por vezes, debatidos de maneira conjunta e, na literatura, há uma diversidade de perspectivas (econômica, sociológica, geográfica, de *marketing*, etc.) que permitem sua compreensão e fornecem guia para as ações dos formuladores de política.

Este texto busca contribuir com a discussão da difusão tecnológica em três aspectos. Em primeiro lugar, iremos apresentar, na seção 1, a curva “S” da difusão tecnológica como produto das discussões dos modelos precursores e de equilíbrio na literatura econômica. Em seguida, na seção 2, iremos mostrar como essa curva “S” assume uma forma relativamente distinta no modelo evolucionário. Essa discussão pretende opor as condições (*ceteris paribus*) de ajustamento ao equilíbrio dos primeiros modelos com a dinâmica concorrencial encontrada no modelo evolucionário. A análise evolucionária se destaca por colocar como central o papel das diferenças tecnológicas entre empresas, em vez de suas uniformidades

(DOSI, 1984, p. 401). A terceira contribuição é a discussão, empreendida na seção 3 e 4, a respeito do modelo evolucionário pensado em termos de redução das assimetrias tecnológicas entre os países e os obstáculos à essa diminuição. Por fim, são feitas as considerações finais.

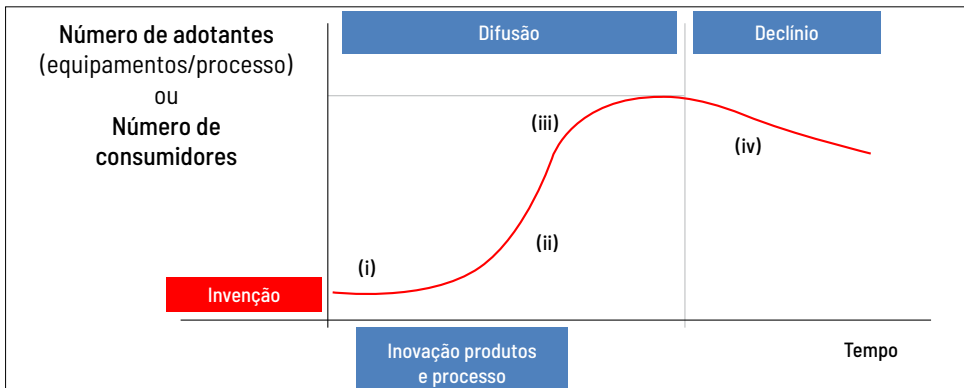
1. A CURVA “S” E OS MODELOS PRECURSORES E DE EQUILÍBRIO

Os modelos canônicos de difusão tecnológica remontam ao final dos anos 1950, ancorados no modelo de inovação linear e marcados pela atenção dada para a “fase” de *imitação*, com duas referências reconhecidas: Griliches (1957) e Mansfield (1961). A proposta de Rogers ([1962]2003) é uma abordagem similar, mas de caráter multidisciplinar, que também conquistou adeptos entre os estudiosos da administração, engenharia e ciência econômica. Apesar das diferenças entre as abordagens deste último (foco na eficiência das redes de comunicação) e dos outros dois (rentabilidade da adoção), esses trabalhos, assim como muitos outros realizados posteriormente, colocam a difusão de tecnologias superiores como um processo gradual, ao longo do tempo, e sintetizado especialmente pelas curvas epidemiológicas ou logísticas (curva “S”).

O emprego das funções epidemiológicas e outras similares como ferramenta para explicar o processo de difusão da inovação na economia foi extraído de aplicações tradicionais em outras áreas científicas. Essa opção restringiu os estudos iniciais, baseados nessas curvas, à descrição das regularidades empíricas das trajetórias da difusão, fato que teve consequências em termos metodológicos e de variáveis analisadas. Uma característica marcante disto é a principal atenção dada à imitação que, conforme iremos discutir, deve ser considerada uma das fases componentes do ciclo da tecnologia e não a difusão propriamente dita.

Nesses modelos “S”, (i) inicialmente, o número de adotantes aumenta lentamente; (ii) acelera, até que parte significativa do sistema adote a nova tecnologia e; (iii) por fim, cresce a uma taxa mais lenta até alcançar os indivíduos restante – isto é, as taxas de crescimento diferem, mas são sempre positivas. Adicionalmente, alguns trabalhos posteriores aos precursores introduziram mais uma etapa, incorporando a fase em que a tecnologia entra em declínio, substituída por outra(s), ou seja, (iv) uma fase em que a função se inclina negativamente (ver Figura 1).

Figura 1 - O Ciclo da Tecnologia: As ideias fundadoras



Obs.: (i) introdução da inovação (processo ou produto) no mercado; a difusão (ii) acelera, (iii) reflui e; (iv) declínio da tecnologia.

A adoção das funções epidemiológicas se mostrava bastante adequada aos estudos seminais, como veremos a seguir, em razão dos pressupostos daquelas propostas: a nova tecnologia é superior à antiga, mas, em geral, problemas de informação (ou risco elevado) impedem que ela seja imediatamente incorporada por todos os potenciais adotantes. Assim, à medida que a informação se dissemina pela população, aumenta a informação que facilita a imitação (“contágio”) nos moldes descritos pela fase intermediária da curva “S” até, por fim, alcançar a “saturação”, ou seja, infectar toda a população potencialmente sujeita a “epidemia”.

1.1 Modelos precursores

As propostas de Griliches (1957) e Mansfield (1961) tornaram-se importantes referências e balizaram inúmeros estudos posteriores. O modelo de Griliches procurou identificar a velocidade da difusão no plantio de milho híbrido nos EUA, tendo a rentabilidade (rendimento por hectare por adotar a nova tecnologia *vis à vis* a tradicional) e tamanho médio das propriedades como determinantes da velocidade do processo de difusão. A primeira variável independente procura suprir as diferenças de cada região em termos da rentabilidade da nova tecnologia, pois depende da sua adaptação às especificidades locais (qualidade do solo), enquanto a segunda decorre de razões institucionais (FURTADO, 2006). Nesses termos, a nova tecnologia pode não substituir totalmente a antiga (diferentes tecnologias podem coexistir) e cada usuário pode decidir, a cada tempo, pela adoção comparando a lucratividade (ou custos) entre a nova e velha tecnologia.

Uma característica comum em ambos os autores foi assumir a taxa de adoção

(velocidade de difusão) dependente da atratividade da inovação - ou da frequência (rede) da comunicação entre os indivíduos. Além disso, como a população total (ou ponto de saturação, que pode variar com a rentabilidade de cada inovação), a população inicial e o coeficiente de contágio são conhecidos, essa velocidade pode ser determinada (FURTADO, 2006). Assim, o emprego da curva “S” decorre da opção adotada pelos autores para o cálculo da velocidade da difusão (primeira etapa do modelo) que será utilizada (variável dependente) na regressão linear (segunda etapa) para relacionar velocidade e rentabilidade (LISSONI; METCALFE, 1993).

O modelo de Griliches foi aprimorado por Mansfield (1961 e 1968)¹, que propôs uma teoria mais completa a fim de sustentar a hipótese de difusão como um processo descrito pela curva logística (a curva “S”). O autor analisou a difusão de doze inovações em atividades manufatureiras dos EUA a partir de pressupostos semelhantes aos mencionados acima: a taxa de lucro da nova tecnologia é determinante da velocidade de adoção; o ambiente (indústria) e os preços não são afetados pela nova tecnologia, até que seu uso esteja difundido (só os inovadores incorrem em custos, mas não os imitadores); a nova tecnologia é invariável e; o número final de adotantes é conhecido.

Resumidamente, os acréscimos na adoção da nova tecnologia dependem diretamente da lucratividade esperada (associada a nova tecnologia e medida com a ajuda de entrevistas ou revistas técnicas) e da liquidez da firma. Ambas as variáveis independem tanto do tempo (são fixas), quanto de conhecimento prévio. Por outro lado, o risco associado à adoção da nova tecnologia varia com o tempo, pressupondo que ele se reduz à medida que o processo de difusão se espraie. Nesse sentido, o risco (se menor, melhor a comunicação) é fundamental para determinar a velocidade (maior) de adoção.

O conceito de informação para Mansfield está intimamente ligado ao processo de difusão, ou seja, quanto maior a difusão, tanto maior são as informações sobre a nova tecnologia e menor o risco que os imitadores estão expostos ao adotar tal tecnologia. Em outras palavras, a experiência acumulada por aqueles que já adotaram a tecnologia pode ser acessada pelos adotantes retardatários e, em virtude dessa hipótese, o risco tende a zero à medida que a tecnologia se aproxima da maturidade. Assim, a disseminação de informações (“boca-a-boca”) depende exclusivamente de uma fonte interna, ou seja, a população de adotantes anteriores (propriedade de modelos epidêmicos). Em suma, informação e risco são fa-

1. A versão inicial do modelo foi publicada em 1961 e outra, revisada, em 1968. A versão aqui comentada é a segunda, reimpressa em Stonemann (1983).

tores-chave para explicar a decisão das firmas de imitar imediatamente ou não.

Por outro lado, se a informação aumenta com o tempo, menor o risco, cresce o número de adotantes (até o limite dado pelo ponto de saturação), maior será a pressão competitiva, ou seja, a difusão funciona como elemento de “restauração da concorrência” e retorno ao equilíbrio. Apesar do processo de difusão demandar tempo para a transição de uma tecnologia para outra, a invariância do ambiente e dos preços mantém o sistema “em hibernação” até que o novo equilíbrio seja estabelecido (análogo a “estática comparativa”).

A solução baseada em uma curva logística é típica dos modelos de difusão que dominaram a literatura até o final dos anos 1970, aplicada em diferentes situações, em especial, nas variáveis de “estrutura da indústria” (número, tamanho da empresa, etc). Segundo Lissoni e Metcalfe (1993), os estudos dessa linhagem serviram para mostrar: (i) que a velocidade de difusão pode ser explicada pelas variáveis “rentabilidade da adoção” e “tamanho médio da empresa”; (ii) a pouca sensibilidade às diferentes variáveis independentes dos modelos de difusão baseados em curvas sigmóides, e; (iii) que os resultados diferem amplamente entre as inovações, indústrias e países ou regiões. Em particular, esta última característica é de fundamental interesse para a discussão dos países em desenvolvimento.

1.2 Os modelos de equilíbrio

A metodologia dos modelos de difusão de Griliches e Mansfield (doravante, G&M) foi adotada em diferentes estudos posteriores para avaliar a estrutura industrial, relações inter-regionais e internacionais, mesmo que, em vários casos, as curvas sigmóides tenham sido substituídas por outras funções. No entanto, por volta do início dos anos 1980, estas propostas foram objeto de fortes críticas, tanto na abordagem de origem neoclássica (comentada sucintamente neste subitem), como na perspectiva evolucionária, resumida a seguir.

As críticas neoclássicas (ou de equilíbrio) partem de interpretações divergentes sobre o fenômeno da difusão tecnológica e, ao mesmo tempo, procuram incorporar fundamentos teóricos que sustentem o processo de difusão. Além de eliminar a informação interna como variável central do modelo, as vertentes ligadas ao equilíbrio assumem como hipótese que as empresas têm comportamento “otimizador”, expresso na premissa de que, a cada tempo, todas as empresas em condições de adotar a inovação já o fizeram. Dessa suposição decorrem dois estados possíveis relativos à população do sistema, sintetizados por uma variável binária que caracteriza uma das linhas desses modelos (Probit): adotantes (1) ou não adotantes (0).

Os argumentos que contestaram os modelos precursores derivam de alguns

dos seus pressupostos, entre eles: (1) em razão da heterogeneidade entre as firmas - apontando carência de elementos da microeconomia no modelo (G&M consideram as médias) -, a lucratividade pode diferir individualmente e, também, (2) variar com o tempo (constante em G&M, como todas as outras variáveis explicativas), pois é muito provável que (3) ocorram (inexistem em G&M) inovações incrementais ao logo do processo de difusão - ou seja, implicitamente está sendo suposto que existem (inexistem em G&M) certos mecanismos de aprendizado - com efeitos sobre os (4) mecanismos de *feedback* entre difusão e preços (LISSONI; METCALFE, 1993). Ademais, as inovações incrementais decorrem dos mecanismos de aprendizado oriundos das fontes externas ao modelo, pois inexistem transferência interna de informação (boca a boca) como suposto no modelo G&M.

Nesse ramo da literatura, emergiram duas linhas distintas baseadas em uma definição de inovação restrita: a aquisição de um novo equipamento não se traduz em elevação de capacidade e redução de custos de produção por certo período. A primeira vertente de equilíbrio, caracterizada pelos modelos bayesianos de aprendizado, constitui uma ruptura menos profunda em relação ao modelo G&M, pois mantém a informação como elemento essencial do processo de difusão, mas elimina a opção de informação interna (as firmas retêm internamente os seus aprendizados) e prioriza a informação externa, assumida como a única existente. Nessa perspectiva, a adoção de uma tecnologia decorre da percepção dos administradores (função subjetiva de probabilidade) se a inovação é ou não lucrativa, isto é, se ela gera ou não benefícios. Segundo Furtado (2006), os resultados insatisfatórios desses modelos para explicar a realidade ajudam a entender a baixa adesão a essa abordagem.

A segunda vertente neoclássica representa uma revisão profunda dos modelos G&M. Apoiada em modelos Probit, esses estudos eliminam não apenas o pressuposto de difusão explicada por falhas ou imperfeições nos canais de informação, mas a própria variável. Além da capacidade de investimento, associada ao tamanho da firma, o impedimento à difusão imediata (aquisição de equipamentos) decorre de aspectos técnicos da própria inovação, que elevam os custos na fase inicial do processo: as versões iniciais de uma tecnologia não estão suficientemente aprimoradas e, por isso, não são necessariamente mais eficientes que as antigas. Assim, os paulatinos desenvolvimentos técnicos devem incentivar o processo de difusão ao diminuir as restrições à aquisição (redução do preço) da nova tecnologia.

Resumidamente, a decisão da firma inovadora de adquirir (ou adotar via investimento) a nova tecnologia é similar ao problema de escolha do consumidor por novos bens duráveis. O porte da firma condiciona o nível “mínimo de renda” (faturamento) que permite a aquisição de novos equipamentos, ou seja, as empre-

sas abaixo de determinado tamanho estão impedidas de adquirir a inovação e as demais, acima desse patamar, já o fizeram (otimizadores). Além disso, essas decisões são supostas independentes, ou seja, os adotantes não influenciam os não adotantes (inexiste informação interna, ao contrário dos modelos epidêmicos).

Assim, as empresas maiores são as primeiras a adotar a nova tecnologia e as empresas menores dependerão do aumento da rentabilidade (produtividade) da nova tecnologia, da redução do custo de aquisição da inovação (que altera o tamanho crítico da firma) ou, alternativamente, do seu próprio crescimento até alcançar o nível mínimo necessário à adoção (LISSONI;METCALFE, 1993). Em suma, a heterogeneidade de porte é a única força que move (velocidade) a difusão: será mais rápida quanto menor a diversidade de tamanho entre as firmas. Nesse contexto, inovações incrementais teriam o efeito de reduzir os preços dos equipamentos e aumentar a velocidade de difusão, ou seja, alterar o estado do sistema.

2. A CURVA “S” REVISITADA: O MODELO EVOLUCIONÁRIO

Nelson e Winter (1982; cap 10) apresentam um modelo considerado genuinamente neoschumpeteriano, cujas principais características são descritas neste subitem. Para os autores, os modelos tradicionais de difusão (ou de equilíbrio do item anterior) estão baseados nas seguintes premissas: (i) há um intervalo de tempo significativo (e necessário ao modelo) na primeira fase (crescimento lento) da curva “S”, compensado pela segunda fase (expansão mais rápida); dado que (ii) os adotantes tardios, que relutam em adotar a nova tecnologia assumida como superior, resistem à força competitiva dos inovadores iniciais, mas não são eliminados do mercado; pois (iii) o preço dos bens produzidos pelos não adotantes não é afetado pela difusão; uma vez que (iv) os primeiros adotantes reinvestem os lucros extraordinários em expansão da produção da nova tecnologia de forma muito lenta (viabilizando que a imitação ocorra). Em outras palavras, como sugerido acima, (v) a seleção é suficientemente lenta para permitir a difusão da tecnologia via imitação².

Simplificadamente, para Nelson e Winter (1982; cap.11), uma inovação pode ser definida em termos de melhores produtos ou métodos de produção quando

2. Iremos adotar aqui o conceito de neoschumpeteriano para nos referirmos ao fato de que os autores partem dos estudos seminais de Schumpeter e tentam atualizar suas principais contribuições. Os termos neoschumpeterianos e evolucionários são intercambiáveis, por vezes, na literatura. Mas, neste texto, iremos apresentar *uma* abordagem evolucionária, à luz dos três conjuntos de modelos (precursores, de equilíbrio e evolucionário) que apresentamos nesta seção.

comparados aos já existentes. O termo “melhores” é empregado em sentido restrito, apontando para menores custos decorrentes dos novos processos ou produtos originais que os consumidores possam desejar adquirir a preços maiores que os custos. Nessas condições, se a nova tecnologia é “melhor” do que a(s) antiga(s) em algumas de suas características, é muito provável que a primeira passe a se apropriar de parcelas de mercado antes pertencentes às segundas que, por conseguinte, terão a sua lucratividade reduzida. Assim, se há lucros extras para as firmas inovadoras e as empresas tradicionais perdem mercado, estas últimas são motivadas à imitação frente ao risco de serem eliminadas ou terem a sua lucratividade comprometida.

Por outro lado, para os autores, o conceito de inovação não está limitado apenas ao contexto de novas máquinas ou insumos, mas incorpora também elementos culturais e organizacionais da firma, indústria, país ou região. A inovação não é um ato solitário, único, não se resume a compra/venda de um bem ou serviço, mas, ao contrário, é um processo, em geral, muito lento em que a firma altera a sua própria cultura e organização para se adaptar às condições que a nova tecnologia impõe³. Assim, considerando que nem todas as firmas são capazes de promover de forma conveniente a reestruturação das suas capacidades tecnológicas e organizacionais, por vezes a inovação se revela inalcançável para certas firmas (NELSON; WINTER, 1982; cap.11). Não se trata apenas de empreender os esforços necessários para acessar a nova tecnologia, mas, principalmente, incorporá-la - criar, absorver e desenvolver habilidades internamente - nas condições competitivas impostas pelo mercado de cada produto ofertado pela firma.

Nesse contexto, e seguindo a proposta de Schumpeter, Nelson e Winter (1982) descrevem o processo de difusão como resultante das forças seleção e imitação. Após testar e perceber que o uso de uma nova tecnologia pode ser vantajoso, a firma procura um novo produto ou processo para colocá-la em prática. No entanto, a avaliação se tal tecnologia é ou não lucrativa não depende apenas da firma inovadora. O ambiente de seleção pode moldar, potencializar e restringir o comportamento das firmas. Segundo os autores, o ambiente pode ser especificado pelos seguintes elementos: (i) natureza dos benefícios e custos a ser considerada

3. Duas observações podem ser extraídas deste entendimento. A primeira, ao longo do ciclo tecnológico as rotinas (práticas regulares, que incluem os mecanismos de busca por inovação) precisam ser revalidadas, atualizadas e readaptadas as novas condições, ou seja, esses procedimentos são firma-específica. A segunda, a própria empresa pode ser vista como uma tecnologia diferente das demais ou, alternativamente, um conjunto de empresas compartilham diferentes soluções para uma mesma tecnologia (Nelson e Winter, cap.11). Em síntese, as firmas de uma mesma indústria diferem não apenas em termos de tamanho.

na decisão de adotar ou não a inovação - lucro que seja eficiente para as firmas, por exemplo, de uma indústria; (ii) as formas como os consumidores e a regulamentação afetam as expectativas sobre a lucratividade da inovação; (iii) relação entre lucro e (des)investimentos, ou estratégias de expansão; (iv) os mecanismos de difusão do conhecimento sobre inovações bem-sucedidas e de controle da imitação (NELSON; WINTER, 1982; cap.11).

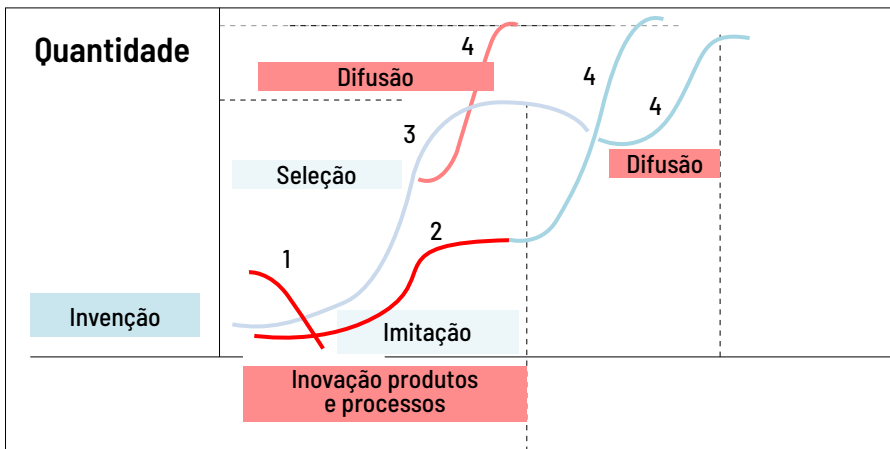
Nelson e Winter (1982, cap 10) apresentam um modelo em que a difusão é dirigida exclusivamente pela seleção, isto é, desconsideram a possibilidade de imitação. A intenção foi incorporar algumas das considerações feitas acima: (i) empresas com as melhores tecnologias reinvestem seus lucros extras para elevar a suas quotas de mercado - conseqüentemente, diante das perdas, as piores tecnologias que não realizam (des)investimentos são eliminadas; (ii) a tecnologia se difunde com o aumento da sua participação no mercado. Os resultados do modelo contemplam diferentes padrões de difusão que explicam mudanças na estrutura de mercado (tendência à concentração) e na distribuição de renda. Em particular, uma consequência da introdução sucessiva de novas tecnologias que recompõe a variedade tecnológica (característica dos países desenvolvidos) é a entrada de novas firmas no mercado e/ou a reavaliação das estratégias das empresas “tradicionais” em declínio, que passam a agregar a nova tecnologia as já existentes (LISSONI; METCALFE, 1993).

Além de apresentar diferentes possibilidades de trajetórias para as tecnologias, incluindo a descrita pela curva “S”, há outro resultado que merece ressaltar. Na proposta de Nelson e Winter (1982, cap 10) nada garante que a nova tecnologia, supostamente superior, sobrepuje as demais e domine o sistema. Se se admite que há diferenças na propensão a investir e/ou externalidades que determinam condições desfavoráveis à nova tecnologia, é possível que tecnologias inferiores possam sobrepujar outras mais eficientes. Entre esse resultado (eliminação da nova tecnologia) e, por exemplo, aquele do modelo G&M (imitação é inexorável, assim como a difusão da nova tecnologia) abrem-se várias possibilidades de trajetórias para tecnologias que incluem períodos de aceleração e retração da taxa de difusão. Ou seja, considerando apenas o “período de seleção”, nem a difusão pode ser uma característica intrínseca de todas as tecnologias introduzidas no mercado, nem é possível previamente definir a taxa de “contágio” desta tecnologia, em virtude da possibilidade dos avanços técnicos das tecnologias antigas quando confrontadas com as novas.

Alternativamente, uma tecnologia pode ter a sua trajetória de difusão abortada (temporária ou definitivamente - Figura 2, curva 1) se, por exemplo, ela for “menos atraente” quando confrontada com as demais, ou se os requisitos técnicos necessários ainda não estiverem plenamente desenvolvidos para tor-

ná-la mais eficiente ou lucrativa que as antigas. Ademais, a Figura 2 ilustra outras possibilidades de ciclos da tecnologia: tecnologias não muito bem-sucedida (curva 2), melhor sucedida (curva 3) e que se reconfiguram (curva 4). Em outras palavras, a forma e o intervalo temporal das (e entre) fases da difusão podem ser muito distintos da curva “S” apresentadas nos modelos anteriores e, muito provavelmente, apresentar descontinuidade (no ciclo). Essas situações explicitam a incerteza que permeiam a decisão (*ex ante*) por adotar ou não uma tecnologia e, em caso afirmativo, qual o momento mais apropriado.

Figura 2 - Diferentes ciclos da tecnologia na perspectiva evolucionária



- (1) Tecnologia não legitimada pelo mercado: difusão abortada e eliminação e;
- (2) Tecnologia não reúne vantagens competitivas relevantes: alcance limitado em termos de *market share* permite a coexistência com outras tecnologias (novas ou velhas);
- (3) Tecnologia com vantagens relevantes possibilita a eliminação de tecnologias concorrentes e *market share* expressivo;
- (4) Após lançamento no mercado, desenvolvimentos, aperfeiçoamentos e adição de novas soluções reposicionam a tecnologia no mercado, reconfigurando o ciclo da tecnologia.

Obs.: Independente do *market share* alcançado por uma tecnologia, o número de adotantes depende, por um lado, da apropriabilidade e oportunidades (Dosi, 1988) dessa tecnologia e, por outro lado, das capacitações dos concorrentes.

Assim, a difusão para uma dada tecnologia é tradicionalmente pensada como processo temporal que contempla especialmente as duas fases intermediárias (b

e c) das quatro etapas do ciclo de uma tecnologia: (a) invenção e inovação (introdução no mercado), (b) desenvolvimentos (e seleção das propostas as técnicas apresentadas ao mercado), (c) difusão e (d) maturidade. Essas fases podem ser individualmente mais ou menos longas dependendo de fatores como: (i) os conhecimentos científicos e técnicos incorporados em cada inovação: (ii) o surgimento de novas tecnologias alternativas concorrentes; e (iii) a estrutura de mercado (formas de concorrência).

Os mecanismos de difusão de uma inovação lucrativa podem ser de dois tipos: primeiro, a própria firma explora a tecnologia, seja substituindo os velhos produtos ou atividades por novos, seja intensificando os recursos internos e expandindo as suas atividades em termos relativos e absolutos; segundo, pela imitação (NELSON; WINTER, 1982). Essas alternativas, que estão fortemente relacionadas com a tecnologia e ambiente, permitem estabelecer duas distinções sobre o alcance do processo de difusão: *extensivo* - espraçamento pelo sistema, com acréscimo da produção e do número de adotantes e; *intensivo* - intensificação do uso pela firma, com aumento da produção, mas sem crescimento proporcional do número de usuários. Obviamente, situações intermediárias podem ocorrer, mas o importante é que esses limites permitem tecer ilações sobre o processo de difusão (mais ou menos concentrado) e, por conseguinte, sobre as características da estrutura de mercado e da concorrência.

Em geral, não existe uma tecnologia única no mercado. Ao contrário, por vezes há diferentes safras de tecnologias, novas e antigas, coexistindo, mas concorrendo entre si. Assim, concomitante ao processo de difusão, há também outro, numa convivência nem sempre harmônica, de seleção que se consuma no âmbito do mercado a partir de critérios como qualidade, preços relativos, tecnologias complementares, etc. Consequentemente, uma tecnologia pode ser eliminada por outra rival que produz maiores vantagens técnicas e/ou econômicas. Em outras palavras, o sucesso de uma tecnologia pode significar o encurtamento do tempo de difusão de outra malsucedida em termos competitivos, mesmo que esta última não tenha sido plenamente desenvolvida do ponto de vista tecno-científico.

A duração do processo de difusão de uma tecnologia está condicionada tanto pela sua evolução (possibilidades), quanto pelo seu desempenho quando confrontado no mercado com o de outras tecnologias já existente. Em adição, a trajetória de uma tecnologia pode ser abortada precocemente, pois a difusão não depende apenas de aspectos técnicos específicos que determinam os seus desenvolvimentos e sua longevidade, mas também dos avanços científicos e tecnológicos (das tecnologias concorrentes, velhas ou novas) e das condições competitivas do mercado (vantagens e capacidades para a adoção de tecnologias concorrentes, velhas ou novas).

Em síntese, as considerações até aqui incorporaram algumas especificidades teóricas relativas ao próprio processo de difusão, entre elas: variedade tecnológica; diferentes capacidades imitativas / inovadoras e; diferentes propensões a investir. Nestas condições, Nelson e Winter (1982, cap 10) destacam que muitas vezes é impossível encontrar soluções analíticas, sendo necessárias técnicas de simulação como a única maneira de retratar os processos de difusão.

3. A DIMINUIÇÃO DAS ASSIMETRIAS PELO PROCESSO DE DIFUSÃO

Na literatura, o conceito de difusão, enquanto processo, está relacionado ao número de desenvolvedores e/ou imitadores e ao tempo para a tecnologia alcançar a maturidade - isto é, quando as possibilidades de desenvolvimentos de uma tecnologia se reduzem significativamente ou se esgotam. O processo de difusão tecnológica corresponde ao período entre a sua introdução no mercado e a sua maturidade tecnológica, caso não seja substituída por outra (nem sempre superior). Não obstante, uma tecnologia pode continuar a existir e predominar mesmo estando madura, bastando que inexistam avanços técnicos significativos (ritmo dos aperfeiçoamentos muito baixo), ou a introdução de uma nova tecnologia capaz de eliminar a(s) antiga(s) com benefícios econômicos. É esse processo que está contido na figura 2 da seção anterior.

Schumpeter (1912) descreveu a difusão tecnológica a partir de duas forças: seleção e imitação. A seleção está vinculada à concorrência entre as empresas “inovadoras” (introdutoras da nova tecnologia no mercado) e as “tradicionais” (usuárias das velhas tecnologias), cujo efeito mais provável é a redução paulatina das parcelas de mercado detidas por essas últimas firmas. Nesses termos, a força de seleção parece refletir o que pode ser denominado por “competição entre tecnologias”, ou seja, uma fase do processo de difusão em que as tecnologias nova(s) e velha(s) lutam entre si disputando maiores fatias de mercado.

Mesmo sem uma clara distinção entre ambos, o período de seleção precede o de imitação, quando uma parcela das firmas “tradicionais” substitui a velha pela nova tecnologia. A força de imitação vigora quando diminuem as incertezas sobre a nova tecnologia, assumida como mais vantajosa que as demais, e contribui no aumento de sua participação no mercado. Como visto, os modelos tradicionais de difusão se atêm a esta última força, ou seja, concentraram-se na explicação da imitação em detrimento da seleção.

Todavia, quando observamos os primeiros estudos sobre o “ciclo da tecnologia”, identifica-se uma tradição oriunda das observações de Schumpeter. Proposto em Bush (1945), o “modelo linear”, assim chamado por ser concebido em etapas unidirecionais, do início (ciência) para o fim, é uma versão preliminar

desse ciclo: Invenção - Inovação - Difusão. Por ser demasiadamente simplista no tratamento da complexidade do ciclo da tecnologia, essa percepção foi revista e ampliada originando versões mais elaboradas. O modelo de Kline e Rosenberg (1986), por exemplo, detalha as atividades das primeiras fases do modelo linear, ressaltando a importância dos diferentes conhecimentos e aprendizados e, em particular, dos mecanismos de retroalimentação, internos e externos (diferentes instituições e usuários) a firma.

Nessas abordagens, os procedimentos associados aos desenvolvimentos (produtos e processos) e à concepção e introdução de uma tecnologia - e, implicitamente, os requisitos necessários aos imitadores - são compostos por um conjunto de atividades que demanda tempo, conhecimentos, interação e integração. Nesse ciclo, as firmas reforçam os mecanismos de aprendizados, criam capacitações e habilidades diferenciadas essenciais para explicar o processo de inovação e difusão, que, por vezes, se sobrepõem. Tais práticas estão incorporadas em diferentes procedimentos ou atividades tecnológicas que envolvem avanços organizacionais, inovações de produtos e processos, desenvolvimento e aquisição (modernização) de tecnologias que podem ser mensurados em nível mundial, nacional/regional e da firma⁴.

Na abordagem evolucionária, a introdução de uma tecnologia no mercado, assim como a imitação, não se justifica em função do lucro de curto prazo, mas, principalmente, pela estratégia de sobrevivência da firma (longo prazo) associado ao ciclo das tecnologias concernentes ao seu setor de atuação. Nessa perspectiva, estão incluídos projetos de acumulação e expansão - nos mesmos ou em diferentes mercados, como sugere Penrose (1959) -, mas também outras decisões como consolidar ou reforçar a reputação da organização ou a marca de um produto ou serviço, entre outros. Diferentes elementos compõem as percepções e políticas firma-específicas da adoção de determinada tecnologia que podemos sintetizar no termo genérico “estratégia da firma”.

Dosi (1984) ressalta que a tecnologia é um bem que gera assimetrias entre as firmas por meio da dinâmica concorrencial. Segundo ele, “a apropriação privada dos benefícios do progresso técnico representa tanto o principal incentivo à inovação, como uma das regras básicas do jogo comportamental das empresas” (p.

4. Atualmente, diferentes publicações procuraram sumarizar esses procedimentos por meio de atividades tecnológicas (vide, por exemplo, Manual Oslo (2005), referência para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) elaborar a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC)), que buscam mensurar o compromisso (esforços ou *inputs*) e resultados (*outputs*) das empresas, indústrias e países em todas essas atividades. As estatísticas desses relatórios contemplam também a assimilação e difusão de tecnologias.

398). Isso traz algumas implicações em relação à dinâmica industrial. O processo de criação de novas tecnologias gera, por si só, assimetrias, que culminam em diferenças entre empresas (usuárias de diferentes tecnologias) e entre as indústrias, por diferenças nas capacidades inovativas, e, conseqüentemente, entre os sistemas econômicos e países.

Para o autor, a criação de assimetrias é uma característica central de um ambiente de concorrência: os desequilíbrios tecnológicos são uma forma de eliminar aqueles que “atuam contra” (DOSI, 1984, p. 399). Segundo o autor, os micropedimentos dessa dinâmica econômica estão contidos fundamentalmente em Nelson & Winter, que entendem que os elementos de busca (da inovação) e seleção (das opções técnicas) definem regras de comportamento e adaptações das empresas a este ambiente de incessante mudança decorrente de novas combinações (SCHUMPETER, 1942).

A defasagem (assimetrias) tecnológica entre empresas é acumulada ao longo do tempo, conforme o sistema econômico se expande por meio da introdução de novas tecnologias (inovação). Como explica Dosi (1984), a difusão tecnológica tende a enfraquecer tais diferenças, ao passo que o processo de inovação continua a criar novas. Como o processo de criação de novas tecnologias é ininterrupto, as assimetrias existentes se somam ao conjunto de novas aprofundando o hiato tecnológico entre as empresas.

Se a introdução de uma nova tecnologia promove disparidades no sistema concorrencial, ela gera também discrepâncias entre países, a depender do seu padrão de especialização setorial. É por esse motivo que Albuquerque (1996), utilizando-se da diferenciação exposta por Bell e Pavitt (1993), afirma que as assimetrias entre os países estão associadas à distribuição desigual tanto da capacitação tecnológica, isto é, do gerenciamento da mudança técnica, quanto da capacitação produtiva, ou seja, dos mecanismos relacionados aos sistemas de produção de cada país.

Considerando o modelo de Kline e Rosenberg (1986), mencionado acima, países em desenvolvimento caracterizam-se por possuírem mecanismos de transferência de conhecimentos mais frágeis. Recorde-se que esses mecanismos são essenciais em todas as etapas do ciclo da tecnologia e mais essenciais ainda na fase de seleção de tecnologias, quando começam a ser determinados os avanços e os limites das tecnologias. Como esses países possuem uma “rede de transmissão de conhecimento” e as capacitações não suficientemente desenvolvidas, eles, comumente, concentram-se na fase de imitação da tecnologia. Nessa fase, as relações para transferência de conhecimento estão melhor definidas e estruturadas e há fornecedores habilitados atuando no mercado (interno ou externo), aspectos que

facilitam a superação das limitações existentes no sistema econômico nacional⁵.

As condições de competição existentes em um país também afetam a difusão. Em razão das características já descritas do ciclo da tecnologia, as firmas são, em geral, mais propensas a fazer experimentos com novos produtos e métodos durante a fase de acirramento da competição. Nessa perspectiva, dinâmica tecnológica e concorrencial são forças que se reforçam e distinguem os países em termos de capacidades.

Em países em desenvolvimento, em geral, a coexistência de tecnologias velhas e novas é mais aguda e favorável às primeiras. Assim, a adoção de tecnologias novas tem o potencial de transformar o sistema econômico, mas é cercada por adaptações e, em virtude da não trivialidade dos mecanismos de aprendizado, demanda tempo. Ressalte-se que a imitação (associada ao número de adotantes - dispersão - e a velocidade do processo) de uma tecnologia não está necessariamente vinculada à mera reprodução de cópias ou similares. Frequentemente, o processo de imitação incorpora melhorias e adaptações (por vezes, não somente firma-específicas) que podem tornar a versão inicial da tecnologia proposta pelos introdutores (e desenvolvedores posteriores) incompleta, menos eficiente ou obsoleta.

Nesses países, a difusão bem-sucedida de novas tecnologias envolve esforços para absorver tecnologias por parte das empresas. Esses esforços geram aprendizados e capacitações que tornam a empresa mais competitiva (ou menos defasadas tecnologicamente). Assim, o processo de imitação não é um ato passivo, nem mesmo isolado, mas um processo ativo que implica em incorporar conhecimentos novos e avanços organizacionais. Como afirma Albuquerque (1986), “inovação não se difunde sem o esforço de quem os adota”.

4. OBSTÁCULOS À DIFUSÃO NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Como já discutido, uma trajetória de difusão depende da relação dinâmica entre os atores (firmas, governos e instituições) nos mercados em que a nova tecnologia foi lançada. Cada etapa relacionada ao ciclo da tecnologia possui uma possibilidade de (re)configuração do mercado (concentrado ou disperso)

5. Para se ter uma ideia da atualidade dessa questão, o Industrial Development Report (UNIDO, 2019) analisou tecnologias relacionadas a indústria 4.0 e separou países em pioneiros inovadores, produtores (seguidores ou retardatários), usuários (seguidores ou retardatários) e retardatários absolutos de acordo com indicadores relacionados à inovação (patentes) e comércio. De 167 países analisados, apenas 10 países foram considerados criadores de tecnologias de produção digital.

em termos de produtores e usuários da tecnologia⁶. A princípio, os primeiros momentos de uma nova tecnologia (em especial, a fase de seleção) possibilitaria o ingresso de novas empresas no mercado em virtude da relativa simetria nas condições de desenvolvimento das soluções técnicas possíveis (conhecimento é novo para todos e o projeto ainda está não está bem-definido). Todavia, a redução das barreiras à entrada pode ser objetada pelos requisitos técnicos-científicos incorporados a cada tecnologia: quanto maiores os conhecimentos necessários, mais impedimentos à entrada.

As considerações anteriores também permitem discutir, mesmo que brevemente, a possibilidade de adoção de tecnologias a fim de modernizar a estrutura produtiva de países em desenvolvimento. Se as tecnologias contribuem para o desenvolvimento de uma economia e podem reduzir o hiato tecnológico existente entre os países, quais os obstáculos precisam ser superados?

A coexistência de tecnologias de produção velhas e novas em países em desenvolvimento dependem do (i) ambiente institucional (inovativo, concorrencial, regulatório, etc), (ii) do preço dos fatores e (iii) das necessidades de adaptação ao contexto do país. Nesse sentido, os países em desenvolvimento se defrontam com possibilidades e restrições que são próprios ao surgimento de novos paradigmas tecnológicos e suas trajetórias tecnológicas, que aqui procuramos sintetizar na ideia de ciclo de tecnologia. Além disso, esses países se defrontam com dificuldades que decorrem dos seus sistemas nacionais de inovação (Nelson, 1993) não serem consolidados ou insuficientemente desenvolvidos.

A emergência de paradigmas tecnológicos radicalmente novos não é explicada apenas pelos impulsos econômicos das empresas, mas também provém de uma interação complexa entre avanços da ciência, fatores institucionais e mecanismos econômicos (DOSI, 1984). Os avanços da ciência propiciam o universo de novas direções possíveis do desenvolvimento tecnológico e os fatores institucionais e os mecanismos econômicos são dispositivos de focalização e seleção na abordagem evolucionária. Ou seja, existe uma interação entre o que os atores do sistema econômico fazem e as direções dos ciclos da tecnologia.

Tendo em vista que os países em desenvolvimento mantêm relativa distância da fronteira científica, as oportunidades para ingressar nas fases iniciais do ciclo tecnológico como um ator relevante são bastante reduzidas. Como as economias

6. Por exemplo, as novas tecnologias possuem o potencial de produzir abalos nas estruturas de mercado ao redefinir suas fronteiras, alterar as condições de permanência e de entrada de empresas e redefinir as habilidades e competências requeridas pelas firmas de um determinado mercado (Dosi, 1988).

de aglomeração e interação não são robustas, talvez, em certas circunstâncias especiais, seja possível a esses países explorar nichos de mercados pouco atraentes (tamanho do mercado ou rentabilidade reduzidos) para as empresas líderes mundiais. Nesses casos, os ganhos seriam menos de origem econômica e mais advindos do aprendizado técnico e organizacional, com consequente redução (ou manutenção) do hiato tecnológico em termos relativos.

As trajetórias tecnológicas de determinados paradigmas são estabelecidas por inovações incrementais (aperfeiçoamentos, novas aplicações, etc). A medida que as trajetórias tecnológicas se desenvolvem, suas possibilidades de evolução são esgotadas, mas é impossível reconhecer este esgotamento a não ser *a posteriori*. Daí toda a incerteza que cerca este processo. Como salienta Albuquerque (1996), a incerteza de países em desenvolvimento é menor, visto que seu processo de “busca” e “seleção” (cf. Nelson e Winter, 1982) está mais informado a respeito das possibilidades da tecnologia. Por esta razão, esses países focam mais em inovações incrementais.

Nesse contexto, países em desenvolvimento, em geral, defrontam-se com trajetórias definidas – o estágio mais maduro do ciclo das tecnologias – e, dificilmente, a ação desses países podem alterá-las. Assim, assimilar tecnologias nessa fase do ciclo significa incorporar novos conhecimentos que ajudam manter ou reduzir parcialmente as defasagens criadas no início de cada ciclo. Entretanto, se o ciclo de uma tecnologia se prolongar por um período relativamente longo ou for renovado (figura 2, curva 4), sob condições favoráveis, os conhecimentos necessários absorvidos podem criar oportunidades reais para o país conquistar um papel de ator relevante e, mais importante, se gabaritar para ingressar no próximo ciclo nas fases iniciais.

Estas considerações a respeito da evolução dos paradigmas e das características de países em desenvolvimento levam a uma formulação mais geral: novas tecnologias ficam mais concentrados em países nos quais os arranjos tecnológicos estão satisfatoriamente desenvolvidos ou consolidados. Como ressalta Dosi (1984), é a expansão da empresa inovadora – aquela que incorpora as técnicas de produção da melhor prática possível e a fabricação de produtos inovadores – junto com o processo nada trivial de imitação tecnológica que tende a difundir a tecnologia “situada na fronteira” para todo o sistema econômico. Diante disso, a movimentação da fronteira tecnológica permite dois movimentos: amplia o hiato tecnológico entre os países e abre janelas de oportunidade. Quatro determinantes da direção do progresso tecnológico podem ser discutidos como relevantes para a adoção de tecnologias em países em desenvolvimento. São eles, seguindo Dosi (1984), (i) as condições de apropriabilidade, (ii) cumulatividade e a (ii) oportunidade e, seguindo Klevorick *et al* (1995), (iv) as condições de demanda e, acrescentamos, de oferta.

4.1 Condições de apropriabilidade

Os conhecimentos incorporados que viabilizam uma dada tecnologia podem possuir especificidades que garantem aos detentores desses conhecimentos o usufruto de barreiras ao acesso da tecnologia por imitadores. Algumas tecnologias garantem ao inovador (e primeiros adotantes) alguma proteção contra imitadores (potenciais ou já estabelecidos no mercado) que podem ser concretizados, por exemplo, por patentes, segredos industriais, *lead time*, recursos e tempo necessário para imitação, efeitos da curva de aprendizado, esforços de venda e serviços mais eficientes, domínio de tecnologias complementares, etc (Dosi, 1988). Quanto mais prevalecerem esses tipos de restrições para que uma tecnologia seja assimilada pelas firmas que atuam em determinado mercado, mais fortes serão os obstáculos à difusão de uma tecnologia e menor o número de adotantes da tecnologia. Em outras palavras, os mecanismos de apropriabilidade (“proteção intrínseca” de uma tecnologia à imitação) pode restringir fortemente o sucesso de um país em reduzir seu hiato tecnológico.

As empresas dos países em desenvolvimento, muitas vezes, sofrem limitações em termos de recursos financeiros, acessibilidade à tecnologia, falta de conhecimento técnico e capacitação de pessoal para codificação das tecnologias adquiridas. Alguns autores entendem que esses obstáculos podem ser contornados pela atuação de empresas multinacionais, atores relevantes nesses países, que são, em geral, empresas maiores, líderes em tecnologias e atuam em âmbito global. No entanto, o sucesso dessa solução depende da estratégia global de cada empresa estrangeira, por vezes distinta dos interesses nacionais. Além disso, a adoção tecnológica pode ser consumada por produtores nacionais tanto via a transferência de tecnologia, como pela importação, mas isso demanda ainda condições objetivas para que a tecnologia seja apropriada.

4.2 Cumulatividade

Os processos de difusão de bens finais são relativamente menos complexos, pois a aquisição de um produto inovador, fabricado em países desenvolvidos, pelo consumidor final, implica em um conjunto adicional de adaptação muito menor quando comparado aos bens intermediários e de capital. Por outro lado, quando as empresas adquirem tecnologias (máquinas e equipamentos, por exemplo) para seu processo produtivo, uma série de adaptações que envolvem capacitações relativas às engenharias e outras habilidades são requeridas. Portanto, a decisão de adoção de determinadas tecnologias envolve a existência de um con-

junto de conhecimentos prévios das empresas dos países em desenvolvimento, isto é, de algum grau de cumulatividade tecnológica.

Esta cumulatividade esbarra em, ao menos, quatro características encontradas em países em desenvolvimento. O conhecimento, nestes países, é escasso em termos de amplitude (áreas científicas) e profundidade (em geral, a pesquisa feita nestes países é pouco conectada com as redes de conhecimento globais).

Em segundo lugar, as economias dos países em desenvolvimento se concentram em setores menos dinâmicos em termos tecnológico, e isso implica em uma frequência de inovação relativamente menor, característica que reduz as possibilidades de atuação. Em terceiro lugar, algumas tecnologias possuem, por suas condições de apropriabilidade, alguns obstáculos para os países em desenvolvimento.

Por fim, há a centralidade da firma. Segundo Albuquerque (1996), o processo de “cópia” de uma inovação implica em evolução na curva de aprendizado para a realização de inovações incrementais e este processo envolve dois elementos: (i) continuidade no processo inovativo (rotinas, no sentido de Nelson e Winter) e (ii) pressão institucional (pelo sistema de inovação) e competitiva.

Além disso, grande parte da difusão tecnológica ocorre por meio da comunicação das empresas com agentes intermediários, pela mobilidade de uma mão-de-obra específica e políticas governamentais. Quando um país é desenvolvido, a troca de informações entre as pessoas mais qualificadas é maior, devido ao número de empresas inovadoras próximas entre si. Quanto mais empresas existirem em um determinado setor, maior proximidade e troca de informações e mais as relações entre as empresas (incluindo fornecedores) servirão à difusão tecnológica entre elas. Essa não é a realidade dos países em desenvolvimento que, em geral, possuem menor complexidade nos seus setores industriais e, com isso, menor capacidade de acumular e desenvolver conhecimento.

4.3 Oportunidades tecnológicas

O aproveitamento das oportunidades, geradas quando surgem novos paradigmas, depende das iniciativas internas de um país. Se o país possui uma infraestrutura tecnológica adequada, terá mais condições de adotar tecnologias e criar capacitações que poderão se espalhar pelo sistema (fornecedores e usuários). Muitas vezes, estratégias que visam unilateralmente aumentar a produtividade da firma, por meio da adoção de tecnologias melhores, possuem um efeito mais limitado no que diz respeito ao espalhamento. Como ressaltamos, ao longo desse texto, os mecanismos de seleção por meio do mercado, sozinhos, não são capazes de induzir a convergência tecnológica entre países (DOSI, 1984, p. 410).

Nos termos da abordagem evolucionária, podemos dizer que sem a inexistên-

cia de um sistema de inovação ativo, com todos os elementos (agentes, tecnologia, instituições, regulação governos, etc.) articulados e em retroalimentação, os países possuem pouca capacidade de se apropriar amplamente de tecnologias melhores e ficam relegados apenas ao papel de compradores de tecnologia.

A ausência ou fragilidade de um sistema de inovação são impeditivos, uma vez que o processo de difusão envolve criação, adoção, adaptação, assimilação, diversificação de novas tecnologias e, portanto, se revela como um processo gradual que demanda, principalmente, tempo e habilidades. Por este motivo, os países em desenvolvimento, que em geral não são criadores de tecnologia, usam seus sistemas de inovação para centrarem suas atividades na construção de conhecimento (ZANELLO; MOHNEN; VENTRESCA, 2016) a fim de aproveitar as oportunidades decorrentes da movimentação da fronteira tecnológica.

A assimilação de tecnologias estrangeiras, se pensadas dentro de um processo virtuoso de *catch up*, requer atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), interna, pública e privada, mas não apenas. A capacitação da mão de obra e aprendizado contínuo, processo continuado de pesquisa, ambiente institucional e regulatório e as políticas de indução tecnológica adequadas são imprescindíveis para que um país em desenvolvimento possa se engajar nos processos relacionados ao ciclo da tecnologia, ainda que em suas fases intermediárias. Ou seja, as oportunidades para diminuir o hiato tecnológico dependem de ações ativas por meio de instituições.

4.4 Condições de oferta e demanda

Alguns elementos são determinantes para se adotar uma nova tecnologia. A saber, (i) os investimentos em custo fixo; (ii) o custo do conhecimento técnico e científico para se assimilar a tecnologia; (iii) o custo de adquirir a experiência necessária para levar a tecnologia, incorporada ao produto, ao mercado e; (iv) o custo de se sobrepor às desvantagens relacionadas à infraestrutura e outras condições econômicas e institucionais. Por esta razão, o tamanho da empresa é relevante para a adoção de determinada tecnologia. Entretanto, em geral, os países em desenvolvimento carecem de empresas de maior porte.

Mansfield (1969), por exemplo, explica a variedade da velocidade da difusão com base nas diferenças dos atributos industriais de uma firma. Há estudos que mostram que o tempo de adoção de uma nova tecnologia é inversamente relacionado ao tamanho de uma firma: quanto maior uma firma, mais rapidamente ela adotará uma nova tecnologia (NASBETH; RAY, 1974). As grandes empresas possuem uma produção mais diversificada, maior capacidade de financiamento e competências técnicas para melhorar ou introduzir produtos e processos.

Devido às características relacionadas à demanda local e a distribuição de renda, países em desenvolvimento se caracterizam por baixo crescimento e baixa utilização dos seus fatores produtivos. Isso implica em empresas que possuem baixa capacidade de crescimento (se limitadas ao mercado local), que decorrem da falta de escala e papel limitado do investimento autônomo. Além disso, outras características impactam a demanda tecnológica dos países em desenvolvimento (KORRES; LIONAKI.; POLICHRONOPOULOS, 2003): (i) o *tamanho do país* que, muitas vezes, impede a interação entre empresas e fornecedores de maneira mais próxima - decorre do fato que aglomerações industriais são importantes para a difusão de tecnologia em países de maior extensão territorial e; (ii) a *origem da tecnologia*, uma vez que as tecnologias de países em desenvolvimento são pensadas para as realidades locais, a difusão de tecnologias criadas em âmbito doméstico são mais propícias de serem difundidas do que as importadas de países desenvolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo adotou a perspectiva analítica da difusão tecnológica no sentido de modernizar uma dada estrutura produtiva e, com isso, desenvolver um determinado sistema econômico. Para se desenvolver, os países dependem da capacidade de suas firmas em incorporar melhores tecnologias em seus processos produtivos e, com isso, aumentar a produtividade e produzir transbordamentos a todo o sistema econômico. No entanto, como salientamos, a difusão é, ao invés de um fenômeno de chegada, parte de um processo associado ao ciclo da tecnologia e que torna dificultoso, devido aos obstáculos existentes em alguns países, seus respectivos processos de *catch up*. A lógica da difusão adotada neste capítulo se insere no processo de concorrência das empresas como um imperativo para que estas ganhem ou se mantenham no mercado. Do ponto de vista de um país, esta lógica implica que é necessário espalhar as tecnologias ao conjunto da estrutura econômica - deve-se atingir o maior número de firmas possível - a fim de que esta estrutura se modernize. A agenda de pesquisa da difusão tecnológica está associada às de políticas industriais e de inovação que visem fomentar a capacidade dos países em se beneficiar destes processos. A competição entre tecnologias e as estratégias das firmas possuem o potencial de beneficiar países e estruturas econômicas, desde que alguns dos obstáculos sejam removidos.

Transferência internacional de tecnologia

Ester Carneiro do Couto Santos

INTRODUÇÃO

Tecnologias estrangeiras têm sido utilizadas desde tempos remotos para o fortalecimento das capacidades tecnológicas das empresas e das nações. Evidências históricas apontam que os países que tiveram mais acesso e aproveitaram melhor as tecnologias internacionais foram mais bem-sucedidos economicamente. Este foi o caso da Inglaterra, dos Estados Unidos da América, do Japão e dos países de rápida industrialização do Leste e Sudeste asiático (ROSENBERG, 1976; NELSON, 1993; KIM, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008; KIM; NELSON, 2005).

Episódios como o acesso europeu às tecnologias da pólvora e da bússola chinesas por meio de expedições europeias ainda no século XVI (ROSENBERG, 2006), ou a migração de trabalhadores ingleses qualificados para os EUA durante o século XIX na assistência à operação de máquinas inglesas (ROSENBERG, 1976, p. 155) apontam para a relevância dos fluxos tecnológicos na história da humanidade.

Com o crescimento da competição e da produção internacional, e dada a impossibilidade real de os países/empresas individualmente oferecerem respostas rápidas a estas mudanças, o acesso a tecnologias estrangeiras tem se tornado imperativo para o suprimento das necessidades tecnológicas das empresas e para a manutenção de seu dinamismo (NARULA; ZANFEL, 2005).

Zhang e Gallagher (2016), por exemplo, apontam como a China tem utilizado sistematicamente formas variadas para acessar tecnologias estrangeiras notadamente em energia fotovoltaica. As estratégias chinesas para dominar essa tecnologia têm se assentado não apenas na pesquisa e desenvolvimento (P&D) tradicional, mas também na contratação de mão de obra estrangeira especializada; na inserção de chineses educados no exterior em suas fábricas; e na instalação de filiais no exterior; na instalação de laboratórios de P&D em países desenvolvidos para acessar novas técnicas.

Entre 2011 e 2013, firmas chinesas aumentaram seus investimentos em P&D na

Bélgica de € 0,6 milhão para € 37,2 milhões. Na Áustria, no mesmo período, esse aumento foi de € 36 milhões para € 86 milhões, enquanto na Alemanha entre 2007 e 2013 o gasto com P&D da China saltou de € 8,5 milhões para € 102,4 milhões, apontando para uma busca chinesa mais intensa de tecnologias em países mais avançados (IVERSEN *et al.*, 2017, p. 52).

De outro lado, empresas de países desenvolvidos também têm buscado ampliar suas estratégias competitivas buscando novas tecnologias em países menos desenvolvidos. Em 2012, por exemplo, a GM abriu na China um centro de pesquisa focado em tecnologias verdes empregando 300 pesquisadores chineses. Segundo o diretor do centro, a finalidade do centro era se apropriar do talento dos profissionais chineses (RYFISCH, 2014). Outras importantes empresas multinacionais também abriram centros de P&D na China como a IBM, Microsoft, Motorola, Nokia, Sony, Toshiba, Hitachi, Fujitsu, NEC, Samsung, dentre outras (MOTOHASHI, 2015).

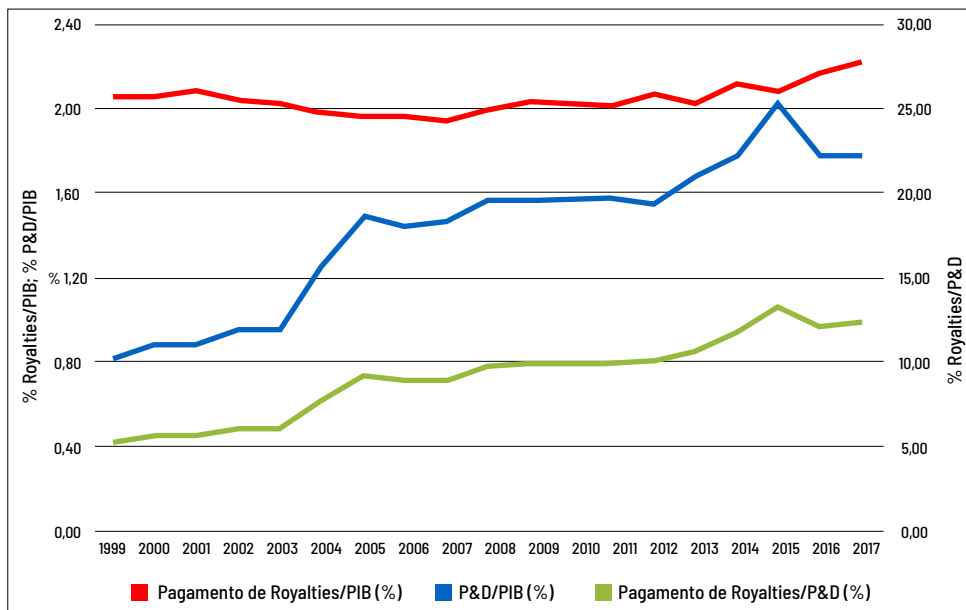
Entre 2005 e 2007 foram abertos na China 50 novos centros de P&D de empresas multinacionais. Enquanto na Índia entre 2000 e 2007 surgiram cerca de 35 a 45 novos centros de P&D de multinacionais por ano (DACHS *et al.*, 2012, p. 31). Segundo dados da Agência Nacional de Estatísticas da China, entre 2012 e 2017 os gastos com P&D de empresas estrangeiras no país teve um aumento de 35%, sendo a maioria das pesquisas realizadas na China por meio de empresas do tipo *joint venture*. Esse formato aponta também para a força das empresas chinesas em desenvolver novas tecnologias em conjunto com empresas estrangeiras (NBEC, 2013; 2017).

Em suma, tecnologias estrangeiras têm sido utilizadas como elemento essencial ao alcance de trajetórias tecnológicas superiores ao lado dos esforços das economias individuais. Conforme destaca Rosenberg (1976, p. 380), este aspecto é tão importante quanto as atividades inventivas, e o “[...] o próprio crescimento econômico tem sido determinado em grande extensão pela capacidade de utilizar novas tecnologias, sejam elas desenvolvidas localmente ou no exterior”.

Fazendo um comparativo da importância de tecnologias estrangeiras em relação ao esforço próprio de pesquisa das economias, o Gráfico 1 mostra a série histórica de 1999 a 2017 das relações entre gastos com pesquisa e desenvolvimento, em termos mundiais, e o pagamento de royalties por tecnologia estrangeira adquirida, valores que podem ser considerados proxy dos fluxos tecnológicos internacionais (SANTOS, 2014). De acordo com os dados, a estrutura mundial de gastos com P&D em relação ao PIB, embora não tenha se mantido estável no período, mostrou uma tendência fracamente ascendente, enquanto as despesas com aquisição de tecnologia apresentaram uma tendência claramente crescente. Isso significa que, em média, as estratégias de desenvolvimento tecnológico dos países tenderam a fortalecer a importação de tecnologias (pagamento de royalties) frente às atividades inovativas nacionais (gastos com P&D), mesmo considerando a complementariedade entre essas duas dimensões. Esses dados cobrem apenas a uma parcela do volume de tecnologias que circulam

entre as fronteiras, contudo, permitem expandir e ajudam a corroborar os resultados do survey realizado por Levin et al. (1987) – conhecido como Yale Survey – em que é evidenciado que dentre os mecanismos de apropriação de conhecimento de grandes firmas americanas, o licenciamento de tecnologias apresentou peso superior à realização de P&D própria.

Gráfico 1 – Relações Entre Pagamento de Royalties, Despesas com P&D e PIB da Economia Mundial (1999-2017)



Fonte: Elaboração própria a partir de World Development Indicators (2020)

Essas evidências apontam que existe o que se pode chamar de uma esfera internacional do processo de mudança tecnológica. Ou seja, além dos esforços nacionais partes dos Sistemas Nacional de Inovação (Capítulos 13 e 14) (como investimento em P&D, em educação, parques tecnológicos, etc.) para a compreensão do progresso tecnológico, há que se considerar também a importância de um processo colaborativo que se tem estabelecido entre as nações de forma cada vez mais acelerada.

Todavia, ainda pouca atenção tem sido direcionada a esta esfera, enquanto maior destaque tem sido dado aos esforços próprios das economias individuais (ERNST, 2002). Pode-se dizer que há um relativo desconhecimento sobre o que são e em que consistem esses fluxos tecnológicos internacionais, bem como se dá efetivamente esse processo. Esse capítulo busca trazer uma discussão teórica sobre esse fenômeno, procurando analisar mais detidamente esse relevante elemento para a mudança tecnológica, de modo a discutir algumas de suas especificidades.

Na seção 1, discutiremos o conceito de tecnologia e transferência tecnológica à luz da abordagem evolucionária. Já na seção 2 será discutido mais profundamente o papel do investimento direto estrangeiro (IDE) enquanto canal de transferência tecnológica e as diversas formas pelas quais as tecnologias são transferidas por esta via. Na terceira teremos as considerações finais e algumas agendas de pesquisa na área.

1. TECNOLOGIA E OS FLUXOS TECNOLÓGICOS INTERNACIONAIS: ELEMENTOS TEÓRICOS

Autores ligados à tradição neo-schumpeteriana compreendem o termo tecnologia considerando sua natureza **complexa e multifacetada**. Nesta concepção, a tecnologia, além seu **aspecto físico e codificado**, possui um **aspecto menos tangível e tácito**. Incorpora experiências de sucesso e fracasso, bem como a questão do aprendizado dos agentes. Neste aspecto, a tecnologia encontra-se vinculada a um conjunto de procedimentos inseridos em um determinado paradigma tecnológico, estando enraizada nos profissionais e na rotina das empresas (DOSI, 1982, p. 151-152; PAVITT, 1985, p. i; NELSON, 2006a, p. 97).

Na abordagem evolucionária, a tecnologia é frequentemente concebida como um ativo específico à firma (embora não exclusivo), embutida em suas rotinas (ver Capítulo 6) concernente às propriedades do processo de produção que é cumulativo por natureza (CIMOLI; DOSI, 1995). Como destacam Rosenberg e Frischtak (1985, p. vii),

[...] Technology might be more usefully conceptualized as a quantum of knowledge retained by individual teams of specialized personnel. This knowledge, resulting from their accumulated experience in design, production, and investment activities, is mostly tacit, that is, not made explicit in any collection of blueprints and manuals.¹

Por esta concepção, a questão da cumulatividade do conhecimento passa a ser fundamental para a definição das trajetórias tecnológicas das firmas (SAVIOTTI; METCALFE, 1991). Conforme destaca Rosenberg (1976, p. 167), a tecnologia tem um longo cordão umbilical. É dependente de conhecimentos passados sendo cumulativa por natureza. Nesse aspecto, tecnologia não poderia ser comparada a uma prateleira de *blueprints* onde bastaria ser retirado o “produto” certo. Porém,

1. “[...] tecnologia pode ser mais utilmente conceituada como um quantum de conhecimento retido por equipes individuais de pessoal especializado. Este conhecimento, resultante da experiência acumulada em design, produção, como atividades de investimento, é mais tácito, isto é, não explicitado em qualquer coleção de blueprints e manuais” (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1985, p. vii, tradução nossa).

seria mais complicado que isso à medida que o know-how é em sua maior parte, não escrito, incorporado em indivíduos e em procedimentos internos às organizações, bem como precisa ser frequentemente adaptado (MANSFIELD, 1975; CIMOLI; DOSI, 1995).

Pavitt (1985) aponta ainda que a tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e conhecimentos relacionados. Nesse sentido, a compreensão da tecnologia perpassa pelo conhecimento do paradigma tecnológico no qual ela está inserida, ou seja, pelo conjunto de conhecimentos a ela associados, sem os quais ela não pode ser plenamente apreendida.

Da mesma forma, Dosi (1982) observa que a parte desincorporada da tecnologia consistiria em “(...) *particular expertise, experience of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the “state of the art”*” p. 152). Por esta visão, a compreensão de tecnologia também inclui a “[...] *“perception” of a limited set of possible technological alternatives and of notional future developments.*”³ (p. 152). Portanto, aponta para a noção de sua inserção dentro de determinado paradigma tecnológico.

Nelson (2006a, p. 97)⁴ na mesma linha vincula o conceito de tecnologia à noção de paradigma tecnológico:

[...] a tecnologia já não é adequadamente caracterizada como um simples corpo de práticas. Isso está incluído, mas a tecnologia também envolve um conjunto de noções genéricas sobre como as coisas funcionam, as variáveis-chave que afetam o desempenho de processos e produtos, a natureza das principais oportunidades e dos obstáculos atualmente existentes, e as renunciadoras maneiras de removê-los.

Sendo assim, em linhas gerais, na abordagem evolucionária a tecnologia é compreendida dentro de seu contexto de criação e difusão. A questão do conhecimento tácito, da cumulatividade do conhecimento, da racionalidade limitada dos agentes, o papel das rotinas, o papel ativo das empresas na busca de inovações para garantir sua sobrevivência e geração de diversidade no ambiente econômico, e o papel do paradigma tecnológico no qual determinada tecnologia está inserida, são os principais aspectos que permeiam a compreensão do termo por esta concepção.

Tecnologia é então entendida como um termo de não tão fácil definição dado que permeia diversas esferas da vida em sociedade. Sua presença encontra-se em diversos

2. “[...] *particular expertise, experiências e tentativas passadas e de soluções passadas, junto com o conhecimento e realizações do ‘estado da arte’*” (DOSI, 1982, p. 152, tradução nossa).

3. “[...] *‘percepção’ de um limitado conjunto de alternativas tecnológicas e sua noção de desenvolvimento futuro*” (DOSI, 1982, p. 152, tradução nossa).

4. Original de 1996.

elos da vida econômica e social possuindo, portanto, uma característica muito pervasiva que foge aos cânones da análise econômica tradicional. Por esta concepção, se reconhece que esses “pedaços de conhecimento”⁵ (DOSI, 1982, p. 21) possuem peculiaridades complexas e específicas, na maioria das vezes de difícil mensuração.

Por outro lado, mesmo que na atualidade a firma seja o elo que guarde as tecnologias de mais difícil acesso, existem diversas formas como esses elementos pouco tangíveis estão presentes na vida social (e econômica) e podem ser transportados de uma localidade a outra. Sua transferência, contudo, não é fácil ou sem custos, uma vez que é dependente de experiências passadas e de habilidades das firmas, países e indivíduos envolvidos (TEECE, 1977).

Considerando esse prisma de observação, a transferência de tecnologia entre as fronteiras nacionais envolve alguns elementos além da mera transposição de máquina ou equipamento de um local a outro. Além desse aspecto, inclui-se a transferência de habilidades, de know-how, de técnicas e de ideias entre as nações, permitindo aperfeiçoamento nas atividades produtivas (PAVITT, 1985).

1.1 Fluxos tecnológicos internacionais

Os fluxos tecnológicos internacionais podem ser considerados como a transferência de habilidades, know-how, técnicas, ideias, máquinas, equipamentos, etc., entre as nações, que permitem aperfeiçoamentos nas atividades produtivas (PAVITT, 1985). Em linhas gerais, estes fluxos podem ocorrer por meio de estruturas mais formalizadas mediadas pelo mercado como o investimento direto estrangeiro (IDE), licenciamento, contratação de consultoria técnica especializada, importação de máquinas e equipamentos, etc., ou por vias menos formais mediadas ou não pelo mercado, como publicações científicas, apresentações em workshops e congressos, feiras de exposição, viagens, contratação de trabalhadores com experiência em firmas estrangeiras, migração de indivíduos de alta capacitação, pirataria, engenharia reversa, etc. (KIM, 1991; TUNG, 2001; ODAGIRI *et al.*, 2010).

Em todos esses canais pode-se destacar a potencialidade para a transferência desses “pedaços de conhecimento”⁶ (DOSI, 1982, p. 21) ou tecnologias de maneiras variadas que podem ser combinadas e recombinadas em outras localidades com ativos locais ou serem reproduzidas e depois aperfeiçoadas. A multiplicidade de canais por onde os fluxos tecnológicos podem transcorrer implica que as tecnologias podem fluir entre as fronteiras nacionais por canais que apresentam

5. “*Pieces of knowledge*”.

6. “*Pieces of knowledge*”.

dificuldade de observação ou mensuração de maneira conjunta.

O Quadro 1 aponta os principais canais de transferência internacional de tecnologia de modo simplificado, segundo classificação proposta por Kim (1991). Nessa classificação, os canais são divididos didaticamente entre os mediados ou não pelo mercado. Na prática frequentemente os canais de transferência internacional de tecnologia são utilizados de forma combinada. Quando se consideram, por exemplo, transferências tecnológicas entre nações que se dão por meio de acordos de cooperação tecnológica, não se pode excluir o fato de que a utilização desse canal frequentemente inclui a troca de licenças de tecnologia entre as firmas envolvidas, o fluxo de mão de obra qualificada entre suas equipes técnicas, a realização eventual de treinamentos conjuntos, visitas técnicas mútuas, etc.

Quadro 1 – Principais canais de transferência internacional de tecnologia

Tecnologias	Canais
<p>Mediadas pelo mercado (formais)</p>	<p>Investimento Direto Estrangeiro (IDE). Subcontratação/terceirização/participação em cadeias globais de produção e de inovação. Exportação de máquinas e equipamentos. <i>Turn Keys</i>. Licenciamento de tecnologias. Compra/venda de tecnologias. Consultoria técnica especializada. Assistência técnica. <i>Joint ventures, research joint ventures</i> e outros tipos de acordos de cooperação para criação de novas tecnologias. Instalação de laboratórios de P&D em subsidiárias no exterior. Educação (graduação e pós-graduação) no exterior.</p>
<p>Não mediadas pelo mercado (informais)</p>	<p>Observação de técnicas e práticas de empresas multinacionais (EMNs) por empresas dos países hospedeiros. Fluxo de mão de obra especializada entre fronteiras. Engenharia reversa, pirataria, espionagem industrial. Conhecimento de caráter informal transacionado em viagens comerciais e de negócios. Viagens de negócio e viagens em geral. Disseminação de novas descobertas por meio de artigos, livros e resultados de pesquisa disponibilizados gratuitamente na internet ou bibliotecas públicas, e documentos de patentes. Participação em redes de inovação aberta (<i>Open Innovation</i>).</p>

<p>Mediadas ou não pelo mercado</p>	<p>Acesso a novas máquinas e equipamentos por meio de fornecedores, clientes, demonstrações comerciais ou outros canais. Seminários, palestras, conferências, workshops. Colaboração internacional em P&D. Acesso a conteúdos veiculados pela mídia impressa e televisiva. Artigos em periódicos especializados, livros. Acordos intragovernamentais de transferência tecnológica. Visita técnica. Tecnologias transmitidas pela TV (aberta ou paga) e cinema, por exemplo, via documentários.</p>
-------------------------------------	--

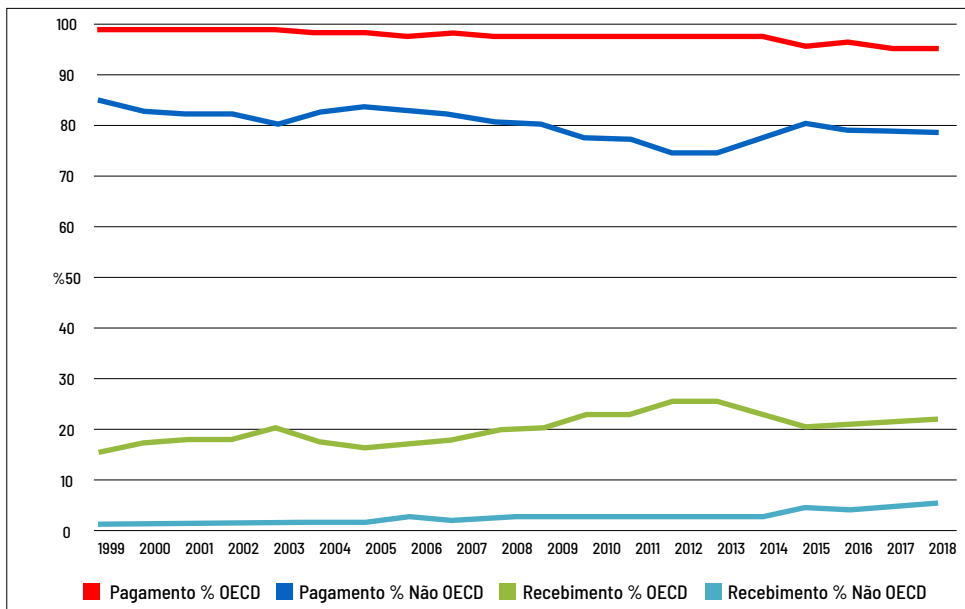
Fonte: Adaptado de Kim (1991) e estudos de caso relacionados (por exemplo, ODAGIRI et al., 2010).

Considerando essa ampla gama de canais para transferências internacionais de tecnologia (TIT), diversos estudos, principalmente ligados à análise da história econômica, ao apontar os mecanismos diversos (formais e informais) que levam às TIT por meio de canais variados, evidenciam as dificuldades reais em conter esse movimento ao longo do tempo (ROSENBERG, 1976; NELSON, 1993; ODAGIRI *et al.*, 2010). Freeman e Soete (2008) ilustram, por exemplo, que os diversos artifícios utilizados pela Inglaterra para impedir que a tecnologia relacionada à máquina a vapor vazasse por suas fronteiras ainda no século XVII lograram ineficazes. Nem mesmo realização de revista de passageiros em viagens internacionais para impedir que protótipos ou *blueprints* de máquinas a vapor fossem levados com eles ao exterior surtiu qualquer efeito. Muitos trabalhadores guardavam os modelos das máquinas memorizados consigo.

1.2 Absorção de tecnologias estrangeiras e o papel das capacitações próprias

As evidências empíricas apontam que, embora seja impossível conter os fluxos internacionais de tecnologia (FIT), existe uma fraca participação de economias menos desenvolvidas nesse processo. Nesse sentido, as séries históricas dos pagamentos e recebimentos de royalties no período de 1999 a 2018 apresentada no Gráfico 2 evidenciam o caráter estrutural da concentração dos direitos econômicos das tecnologias nas economias mais desenvolvidas. Embora apresente alguma redução em relação ao início da série (99,09% em 1999), os países da OCDE receberam quase 95% dos fluxos de royalties pagos no mundo em 2018. Mais do que isso, o conjunto das economias mais desenvolvidas são também o destino principal das tecnologias transferidas, uma vez que elas foram responsáveis por cerca de 78% dos pagamentos de royalties em 2018, frente a quase 85% em 1999. Esses dados apontam que o pequeno crescimento dos países em desenvolvimento (não OCDE) em ambas as séries sugere que há uma efetividade limitada desses países nos fluxos tecnológicos internacionais.

Gráfico 2 – Distribuição dos Pagamentos e Recebimentos de Royalties por Bloco de Países (1999-2018)



Fonte: Elaboração própria a partir de World Development Indicators (2020)

Rosenberg e Frischtak (1985) apontam para a existência desse processo aparentemente contraditório inerente das relações de transferência tecnológica. Ao mesmo tempo em que estes fluxos possuem característica pervasiva (no que tange aos seus canais de transferência o que permite seu maior alcance), seu acesso não é livre nem sem custos. O que, de certa forma, limita o sucesso de sua transferência, mesmo quando entendido como capacidade de empresas/instituições locais de selecionarem, utilizarem produtivamente, (re)produzirem, adaptarem e aprimorarem a tecnologia transferida.

Essa contradição é aparente porque este último movimento, visto como mais sofisticado, é distinto do primeiro: afinal há diferenciação entre a mera transposição física de tecnologias entre fronteiras nacionais e o fluxo tecnológico que envolve transferência do núcleo de conhecimentos associados a esta tecnologia.

O primeiro caso pode ser exemplificado com a instalação de uma empresa multinacional (EMN) em determinada localidade, mas o know-how tecnológico permanece nas mãos dos funcionários da empresa matriz. Já no segundo caso há também a transferência de conhecimento. Em ambos os casos, o fluxo tecnológico se deu, porém, no último exemplo, pode-se dizer que o movimento foi bem-sucedido.

Nesta última modalidade, a capacidade de absorção da tecnologia transferida é requerida dos agentes locais. Nas palavras de Rosenberg (2006, p. 401), “o transplante bem-sucedido de uma tecnologia envolve a capacidade local para alterá-la, modificá-la e adaptá-la de mil maneiras diferentes – maneiras frequentemente sutis, apenas evidentes para pessoas dotadas de considerável capacidade técnica”.

Assim, a presença de capacitação tecnológica prévia em uma firma/nação é um dos prerequisites para a compreensão desse movimento contraditório. A transferência tecnológica bem-sucedida, portanto, liga-se à capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990) da tecnologia transferida, que, por sua vez, está vinculada à construção de uma capacidade de aprendizagem (ver Capítulo 7).

Não obstante, a construção de capacidades tecnológicas próprias é um processo custoso. Envolve um processo de aprendizado que requer esforços deliberados, intencionais e crescentes para reunir novas informações, testar objetos, criar novas habilidades e rotinas operacionais, e descobrir novos relacionamentos externos. O processo de aprendizagem, por sua vez, envolve “*organising knowledge and activities in particular sequences, training and education, search, and experimentation*” (LALL, 1990, p. 17).⁷

Na ausência de capacidades tecnológicas próprias, na prática, as firmas não possuem um conjunto de possibilidades tecnológicas explícitas ou acessíveis sem que antes precisem passar pela etapa do aprendizado. E como cada firma é relativamente única em suas capacidades, o conjunto de tecnologias que ela pode utilizar em dado momento é, em geral, menor que o conjunto de tecnologias que estão efetivamente disponíveis para sua utilização (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1985). Nesse aspecto, as transferências, para serem bem-sucedidas, não se dão sem um custo de aprendizagem dos agentes. Certa capacidade de absorção é exigida nesse processo.

A aquisição e o uso de tecnologias geradas em outros locais envolvem muitas dimensões que não se limitam ao conhecimento codificado. O conhecimento tácito subjacente à capacidade de lidar com sua complexidade é fundamental para que ocorram transferências tecnológicas bem-sucedidas. E este é adquirido por meio de tentativa e erro, experiências adquiridas dentro das firmas, por meio de atividades deliberadamente planejadas na forma de engenharia e design de produto, treinamento e educação, desenvolvimento de protótipos, etc. (MANSFIELD, 1975; KIM, 1991; CIMOLI; DOSI, 1995; PATEL; PAVITT, 1995).

7. “a organização do conhecimento em seqüências particulares, [incluindo] treinamentos, educação formal, busca e experimentação” (LALL, 1990, p. 17; tradução nossa)

Como exemplo, Kim (2005) aponta que, quando a Samsung ingressou na produção de fornos de micro-ondas em meados da década de 1970, o acesso às tecnologias estrangeiras não foi suficiente para um processo produtivo eficiente. Foram necessárias várias horas de trabalho pela equipe de engenharia da empresa, para compreender e adaptar as tecnologias estrangeiras. Um grupo de engenheiros permaneceu trabalhando 80 horas semanais para produzir seu primeiro protótipo. Sem a presença de uma equipe capacitada, a reprodução dessa tecnologia dificilmente teria sido concretizada. De forma semelhante, o apoio e o incentivo do governo coreano foram fundamentais.

Para lidar com a complexidade da tecnologia, é necessário não apenas o conhecimento codificado, mas também o conhecimento tácito que é adquirido por meio da prática. A presença desse conhecimento mostra-se importante desde as etapas da identificação da tecnologia a ser comprada, até sua aquisição correta e adaptação às necessidades locais (MANSFIELD; TEECE; ROMEO, 1979).

Neste aspecto, considerando especificamente o caso das economias menos desenvolvidas podemos nos remeter à posição de Albuquerque *et al.* (2009), de que existe um erro latente na exposição de um modelo linear invertido (implícito ou explícito) de que nestas economias deveria haver um desenvolvimento econômico e tecnológico pretérito à criação de capacitações próprias (desenvolvimento científico). A crescente sofisticação e complexificação das tecnologias têm exigido cada vez mais a presença (continuada) de capacitações tecnológicas endógenas, como ponto de partida desse processo e não atividade final.

Assim, muito embora a tecnologia possa fluir de maneira quase sem restrições entre as fronteiras nacionais (LALL, 1990), o movimento de sua assimilação, imitação, adaptação e introdução de melhorias por parte das firmas locais (CIMOLI; DOSI, 1995), que contribui para o processo de *catching up* tecnológico (ODAGIRI *et al.*, 2010), não pode ser trivializado (KIM; NELSON, 2005). Somente quando a complexidade da tecnologia é esquecida, a natureza de sua assimilação é trivializada (WESTPHAL; KIM; DAHLMAN, 1985).

Ademais, o próprio processo de aquisição de tecnologias estrangeiras, também faz parte da trajetória evolucionária do processo de aprendizagem, sendo um dos elementos constituintes de sua dinâmica. Ou seja, o acesso a tecnologias estrangeiras possui um efeito de retroalimentação sobre as capacidades tecnológicas dos agentes, que contribui para o processo de mudança tecnológica. Quanto mais se tem capacidade tecnológica, mais se acessam tecnologias externas de maneira efetiva, o que, por sua vez, contribui novamente para uma maior capacidade de acesso a tecnologias externas e assim por diante (TOLENTINO, 1993; CIMOLI; DOSI, 1995; ERNST, 2002; PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2009).

1.3 Canais de transferência tecnológica e a maturidade dos Sistemas de Inovação

A análise dos indicadores disponíveis e estudos de cunho mais qualitativo (principalmente ligados à história econômica), têm ainda sugerido que os canais de transferência internacional de tecnologia utilizados por determinada economia estão fortemente relacionados à maturidade de seus Sistemas de Inovação (SIs).

Lall (1990), analisando os diferentes canais de TIT utilizados pelos países menos desenvolvidos conclui que estas economias quando nos estágios iniciais do desenvolvimento de suas capacidades tecnológicas, tenderam a se utilizar mais de tecnologias “empacotadas” (*packed technologies*), como o IDE, *turn keys*, etc. Já quando começaram a alcançar maiores níveis de maturidade tecnológica, essas economias tenderam a buscar tecnologias estrangeiras de um modo mais ativo e independente, por meio da utilização de canais menos “empacotados” (*unpacked technologies*), como o licenciamento e os acordos de cooperação tecnológica.

Uma ilustração nesse sentido seria a transferência de tecnologias por meio do Investimento Direto Estrangeiro (IDE), em contraposição à sua aquisição por meio de licenciamento. No primeiro formato, as tecnologias são adquiridas como “pacotes” tecnológicos mais fechados, porém mais completos. Transferências de tecnologia via IDE não requerem, necessariamente, capacidades tecnológicas específicas por parte dos países recipientes e propiciam o ingresso de um conjunto de novas tecnologias em suas fronteiras, que incluem modos de realizar negócios, atualizações constantes, etc. Já por meio do licenciamento, haveria uma maior necessidade de conhecimento prévio de seleção e busca por parte do país/firma adquirente que envolveria ainda a necessidade de uma capacidade de manter, gerir e adaptar aquela tecnologia adquirida dentro de suas redes de negócio (LALL, 1990; KIM, 2005).

Nesse sentido, a observação da dinâmica de participação de determinada economia nos fluxos tecnológicos internacionais quando analisada por determinado indicador ou conjunto de indicadores, pode estar revelando também um movimento de maturidade do Sistema de Inovação (SI) de determinado país. A história econômica, contudo, revela que a alteração dos canais utilizados é sutil e implica mais na ampliação dos canais utilizados, do que num processo de substituição entre esses canais. Antes, ao contrário, quanto maior a maturidade tecnológica de determinada economia, mais amplas têm se mostrado suas fontes de aquisição de tecnologia externa.

Esses estudos sugerem ainda que, à medida que determinada economia avança em termos de sua capacidade tecnológica, essa dinâmica de ampliação e rear-

ranjo das fontes tecnológicas externas utilizadas contribui mais uma vez para a maturidade de seu SI, num movimento de retroalimentação positiva (TOLENTINO, 1993; KIM, 2005; AMSDEN, 2004; NELSON, 1993; KIM; NELSON, 2005).

Na sequência vamos discutir mais detidamente as especificidades de um canal de transferência internacional de tecnologia, o IDE, a fim de ilustrar o que temos até aqui discutido teoricamente. Como no IDE vários canais são usados conjuntamente para que as tecnologias fluam entre as fronteiras nacionais, sua discussão torna-se relevante.

2. COMO O INVESTIMENTO DIRETO ESTRANGEIRO (IDE) TRANSFERE TECNOLOGIAS ENTRE AS FRONTEIRAS NACIONAIS?

Empresas multinacionais (EMNs) têm um papel poderoso para a transferência de tecnologias entre as fronteiras, que é mais efetivo do que qualquer alternativa de mecanismo institucional, uma vez que estas possuem as maiores parcelas dos estoques mundiais de tecnologia, além de habilidade para a busca, seleção, criação e coordenação de diferentes tecnologias entre os países (CHEN, 1994; DUNNING; LUNDAN, 2008).

Os principais canais pelos quais estas instituições transferem tecnologias internacionalmente são o IDE, a participação em *joint ventures*, o licenciamento, participações minoritárias em empresas estrangeiras, o estabelecimento de franquias no exterior, *turn keys*, alianças de cooperação tecnológica, a subcontratação internacional e a exportação de bens manufaturados tecnologicamente avançados (CHANDLER; AMATORI, HIKINO, 1997; DUNNING; LUNDAN, 2008). Dentre esses canais, apenas o IDE pode ser considerado um canal de transferência de tecnologias estritamente relacionado à EMN, enquanto os demais podem ser realizados por firmas que não possuem essa multinacionalidade. Aliás, Dunning e Lundan (2008, p. 3) definem EMN como uma empresa que “*engages in foreign direct investment (FDI) and owns or, in some way, controls value-added activities in more than one country*”⁸, apontando o IDE como um canal intrínseco à natureza da EMN.

O IDE pode ser definido como negócio empresarial que opera fora das fronteiras nacionais e que possui real ou potencial participação gerencial do país sede na entidade estrangeira e não apenas fluxo financeiro (MASON, 1994).⁹ Segundo

8. “como uma empresa que se engaja no IDE e possui ou, de alguma forma organiza em mais de um país, atividades que geram valor agregado ” (DUNNING; LUNDAN, 2008, p. 3, tradução nossa).

9. Original de 1987.

Dunning e Lundan (2008, p. 7), ele se diferencia do investimento indireto ou de portfólio por duas características principais. A primeira seria que o IDE *“involves the transfer of a package of assets or intermediate products, which includes financial capital, management and organizational expertise, technology, entrepreneurship, incentive structures, values and cultural norms, and access to markets across national boundaries; the last involves only the transfer of financial capital”*¹⁰ ao invés de uma mera participação acionária. Ademais, o IDE não envolve qualquer mudança na estrutura de propriedade do investidor, antes os ativos transferidos para a localidade estrangeira continuam sendo gerenciados dentro de sua estrutura hierárquica.¹¹

O IDE, portanto, envolve a transferência de um conjunto de ativos que permite tanto ao país sede quanto ao país hospedeiro alcançar núcleos e pacotes tecnológicos mais complexos dentro de uma estrutura de propriedade bem delineada e apta a gerenciá-los. Nesse sentido, embora antes do advento da moderna EMN tenham sido verificados diversos episódios de transferência tecnológica entre as fronteiras, foi com o surgimento dessa instituição, considerada um network com potencial para a integração de ativos, recursos, capacidades e conhecimento de múltiplas localidades (CANTWELL; MUDAMBI, 2005), que esse movimento se tornou mais intenso (KOGUT; ZANDER, 1993; CANTWELL; DUNNING, 1994; DUNNING; ARCHER, 1987).

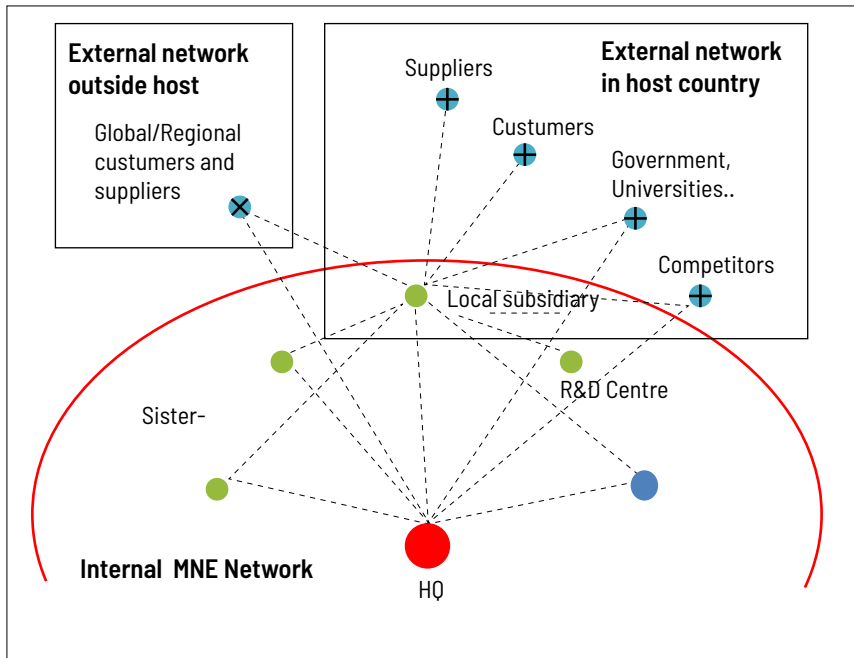
A subsidiária de uma EMN reúne em uma dada localidade estrangeira, competências tecnológicas que foram desenvolvidas em diversas partes do mundo e transferidas por suas redes internas e externas de comunicação apresentando-se como importante fonte potencial de novas tecnologias ao país hospedeiro. Enquanto isso, outras subsidiárias em diversas localidades atuam como tentáculos na obtenção de tecnologias ao redor do globo também contribuem para uma constante atualização e ampliação das capacidades tecnológicas das empresas sede e filiadas dentro de sua rede de atuação (DUNNING, 1983; CANTWELL; DUNNING, 1994; DUNNING; NARULA, 1999; ALMEIDA; SONG; GRANT, 2002; CANTWELL; IAMMARINO, 2003; GLUGLER; MICHEL, 2010; FIGUEIREDO, 2011).

10. “envolve a transferência de um pacote de ativos ou produtos intermediários que inclui capital financeiro, expertise organizacional e gerencial, tecnologia, empreendedorismo, estruturas de incentivo, valores e normas culturais e acesso a mercados além das fronteiras nacionais” (DUNNING; LUNDAN, 2008, p. 7, tradução nossa).

11. Na prática, porém, não é simples a mensuração do IDE dada a impossibilidade real de se aferir essas características nas transações internacionais. Assim variáveis adicionais são utilizadas por órgãos de estatística oficiais para a mensuração das estatísticas de IDE, como a duração do investimento externo e mesmo a delimitação de uma participação mínima. Para uma discussão mais detalhada ver Dunning e Lundan (2008).

Collinson e Wang (2012) apontam esquematicamente as redes internas e externas de conhecimento que uma empresa subsidiária tem acesso, incluindo os networks internos e externos da empresa sede (empresa sede, outras subsidiárias, centros de P&D, fornecedores globais, etc.) e os do país hospedeiro (fornecedores locais, universidades, competidores, etc.), ilustrando suas diversas fontes de acesso a novas tecnologias (Figura 1). Nesse sentido, pode-se vislumbrar a rede de possibilidades em termos de acesso a novas tecnologias que a presença de uma EMN em uma localidade estrangeira pode proporcionar, notadamente em países menos desenvolvidos, que em muitos casos é subestimada. Mas para o país se aproveitar disto é preciso que o Sistema de Inovação tenha algumas condições (ver Capítulos 13 e 14).

Figura 1 – A empresa subsidiária: links entre fontes de capacitação*



*HQ = Headquarter (empresa sede); RHQ = regional headquarters (sede regional).

Fonte: Collinson e Wang (2012, p. 1.502).

2.1 Algumas evidências das transferências internacionais de tecnologia por meio do IDE

Conforme apontam Narula e Zanfei (2005), entre 1982 e 2001 o afluxo de IDE no mundo foi ampliado em 12 vezes e o volume de exportações de filiações

de EMNs no exterior praticamente triplicaram. Ademais, entre 1978 e 1980, os países menos desenvolvidos tiveram uma participação em torno de 20% nesse total, enquanto em 2018 tiveram um salto de participação para 54%. Em 2009, a China já havia se tornado o segundo maior destino dos fluxos de IDE no mundo depois dos EUA, permanecendo até 2018 neste posto (UNCTAD, 2006; 2012).

Esse movimento que pode ser considerado recente na história econômica mundial¹² tem implicado em significativas mudanças no âmbito da direção dos fluxos internacionais de tecnologia (CHANDLER, 1980; DUNNING; LUNDAN, 2008). Notadamente quando se considera o movimento da realização de P&D em subsidiárias.

Dunning e Pearce (1985) por meio de um *survey* com as maiores EMNs de 1982 apontam que neste período, apenas 12% de suas atividades de P&D eram realizadas fora das fronteiras nacionais. Já em um *survey* de 2008 considerando as mil maiores empresas em termos de gastos com P&D no mundo (cujos gastos com P&D respondiam por 80% dos gastos empresariais com P&D no mundo), Jaruzelski e Dehoff (2008) encontraram que em 2007, na média, 55% de seus gastos com P&D eram realizados no exterior. Desse montante apenas 1% foi direcionado aos países menos desenvolvidos. Contudo, entre 2002 e 2007, em termos absolutos, a China e a Índia obtiveram um crescimento de 25,4% nesses fluxos. Já entre 2007 e 2015 esse crescimento foi de 79% e 116%, respectivamente (JARUZELSKI; SCHWARTZ, 2015).

Grimes (2014, p. 195) aponta ainda que não apenas o valor investido tem sido ampliado, como também a qualidade das pesquisas realizadas por empresas multinacionais na China tem alcançado patamares superiores. Ele exemplifica essa questão com o caso da Roche, cujas pesquisas na China mudaram de um foco inicial em desenvolvimento de drogas para projetos altamente inovativos envolvendo companhias chinesas de biotecnologia.

Esses estudos, ainda que não estritamente comparáveis, são suficientes para sugerir que a desconcentração das atividades produtivas por meio do IDE tem sido também acompanhada por uma desconcentração na localização das atividades de P&D entre fronteiras (ou uma internacionalização da tecnologia), incluindo uma ampliação da participação dos países menos desenvolvidos, ainda que em menor proporção. Esse movimento de descentralização da P&D para subsidiárias pode representar ganhos tanto para os países sede quanto hospedeiros na medida em que permite o aprendizado mútuo, transferências de capacitações tecnológicas,

12. Segundo Dunning e Lundan (2008, p. 154) o surgimento da moderna empresa multinacional data de 1870.

bem como a criação de novas tecnologias (ARCHIBUGI; MICHIE, 1995; CANTWELL; IAMMARINO, 2003; BELDERBOS; ITO; WAKASUGI, 2008; GLUGLER; MICHEL, 2010).

Sobre o aumento de P&D em subsidiárias, três movimentos podem ainda ser observados: (i) ampliação da realização de P&D em áreas relacionadas às vantagens comparativas em inovação do país hospedeiro, ao invés apenas da realização de P&D em setores nos quais os países sede possuem expertise (CANTWELL; JANNE 1999; MUDAMBI; NAVARRA, 2004; CANTWELL; MUDAMBI, 2005); (ii) realização de P&D voltada às atividades tecnológicas de fronteira do país sede ao invés de uma do tipo adaptativa, o que implica num maior influxo de novas tecnologias advindas de subsidiárias desses países num movimento de “baixo para cima”; e (iii) um aumento da instalação de subsidiárias advindas de países menos desenvolvidos em nações mais avançadas para o alcance de núcleos tecnológicos de fronteira, apontando para uma atitude tecnologicamente mais proativa dessas economias (TOLENTINO, 1993; PEARCE, 1999; Lall, 2005, CANTWELL; IAMMARINO, 2003; AMBOS, 2007; DUNNING; LUNDAN, 2008; JARUZELSKI; DEHOFF, 2008; UNCTAD, 2006; FIGUEIREDO, 2011; COLLINSON; WANG, 2012; AMINULLAH *et al.*, 2013).

Para além da P&D realizada no exterior, são variados os mecanismos pelos quais o IDE pode contribuir para a transferência de tecnologias entre fronteiras. Dunning e Lundan (2008) os classificam em dois grupos principais. O primeiro seriam as chamadas externalidades tecnológicas pecuniárias, em que as trocas tecnológicas ocorrem de forma intencional por meio da interação entre matrizes e suas filiais, e entre estas e firmas locais atuando como fornecedoras. O segundo seria aquela em que as trocas tecnológicas se dão por canais menos diretos ou de maneira não intencional sendo denominadas externalidades não pecuniárias.

Esta classificação proposta também pode ser combinada com os modos de transferência de tecnologia que Lall (2005) denomina modos internalizados e modos externalizados de transferência. No primeiro são evidenciadas as trocas que são realizadas dentro de uma mesma estrutura organizacional (ou entre empresas sede e suas filiais no exterior). No segundo verificam-se as transferências dadas entre estruturas de propriedade não diretamente relacionadas, como aquelas estabelecidas a montante e a jusante no país hospedeiro.

O Quadro 2 procura sistematizar rudimentarmente os principais mecanismos de transferência tecnológica entre fronteiras por meio da combinação desses dois níveis de TTT.

Quadro 2 – Principais mecanismos de transferência internacional de tecnologia (TIT) via IDE

	Externalidades pecuniárias (transferências de tecnologia diretas ou intencionais)	Externalidades não pecuniárias (transferências de tecnologia indiretas ou não intencionais)
Modos externalizados (entre subsidiárias e instituições locais)	(1) Licenciamento de tecnologias e alianças estratégicas com empresas/instituições locais, treinamento de mão de obra local, estabelecimento de padrões de qualidade e transmissão de técnicas de produção e padronização para fornecedores locais, assistência técnica.	(2) Efeito demonstração para competidor, engenharia reversa, transferência de funcionários treinados em EMNs para empresas locais (<i>turnover</i> da mão de obra), aprendizado informal por meio da interação com clientes (subsidiárias); difusão de tecnologias para outras firmas não diretamente relacionadas às EMNs, por meio de universidades, laboratórios de pesquisa, etc.
Modos internalizados (entre EMNs e suas subsidiárias)	(3) Licenciamento de tecnologias, treinamento de mão de obra local, transferência de know-how e realização de P&D em suas subsidiárias; acesso a documentações técnicas; mobilidade internacional de mão de obra; aprendizado por meio da prática (<i>learning by doing</i> , <i>learning by interacting</i>), transferência de conhecimentos tácitos embutidos na rotina da organização para trabalhadores locais.	--

Fonte: Adaptado de Lall (2005), Dunning e Lundan (2008, p. 552) e estudos de caso relacionados.

2.2 IDE e a questão das fronteiras organizacionais

Evidências empíricas têm apontado que a transferência internacional de tecnologia por meio do IDE quando realizados por modos internalizados (entre EMNs e suas subsidiárias) têm se mostrado mais eficientes para o acesso a tecnologias menos codificadas (know-how) que os realizados por modos externalizados (entre subsidiárias e instituições locais), pois são azeitados pelas relações organizacionais dessas estruturas (KOGUT; ZANDER, 1993; COSTA; QUEIROZ, 2002; SCHMID; SCHURIG; KUTSCHKER, 2002; ALMEIDA; SONG; GRANT, 2002; BELDERBOS; ITO; WAKASUGI, 2008).

O conhecimento da linguagem da firma e o acesso à sua memória organizacional permite que a transmissão de elementos tácitos da tecnologia seja mais facilmente realizada (KOGUT; ZANDER, 1993), mesmo se considerando as relações diferenciadas dentro das organizações multinacionais, que envolvem

relações hierárquicas e de poder variadas (DUNNING; NARULA, 2004). Certos procedimentos internos refletem o modo de proceder da organização como um todo, somente fazendo sentido dentro de seu contexto (NELSON; WINTER, 2005;¹³ DUNNING; NARULA, 1999). Ademais, nesse formato empresas filiadas podem ter acesso a tecnologias mais recentes e mais rentáveis, que ainda não estão disponíveis a firmas externas (UNCTAD, 1999).

Não obstante, essa modalidade, embora muito eficiente para a transferência de know-how, em geral, não tem mostrado o mesmo desempenho para a transmissão da capacidade de entender os princípios da tecnologia (*know why*) quando não existem aptidões locais de pesquisa e mão de obra qualificada (LALL, 1993; 2005; CANTWELL, 1989).

Já em modos externalizados, ocorre o movimento contrário: as trocas tecnológicas de natureza mais tácita (*know-how*), em geral, possuem um caráter relativamente menos facilitado do que o verificado naquele primeiro modo. Contudo, essa modalidade tem mostrado um alto potencial na contribuição ao *upgrade* tecnológico das firmas locais, na forma de transmissão de *know why* quando estas têm condições de compreender, adaptar e aprimorar a tecnologia adquirida (CANTWELL, 1989; TOLENTINO, 1993; UNCTAD, 1999; LALL, 1993; 2005).

Ademais, em transferências externalizadas são beneficiados não apenas firmas locais diretamente relacionadas às subsidiárias, como também institutos de pesquisa e universidades, agências de regulação e padronização, institutos de treinamento profissional, etc. E essas instituições, notadamente em países em desenvolvimento, possuem um maior campo de atuação possibilitando a outras firmas não diretamente relacionadas, acesso a essas novas tecnologias trazidas pelo IDE.

Como exemplo, o World Investment Report (WIR) da UNCTAD de 1999 apontou que a presença de numerosos contratos de pesquisa entre EMNs, como Du Pont e General Eletric, e laboratórios de pesquisa governamentais na Índia foram um importante canal de atualização tecnológica dessas instituições; e que estas últimas posteriormente prestaram serviços ou repassaram esse conhecimento às firmas nacionais, atuando como importantes canais internos para a transferência/difusão de tecnologias internacionais (UNCTAD, 1999).

Todavia, as análises empíricas apontam que existe diferença positiva quando as transferências tecnológicas internacionais se dão dentro de estruturas que permitem uma diminuição da nitidez das fronteiras organizacionais. Estas seriam aquelas realizadas por meio de redes globais de produção (*global production*

13. Original de 1982.

networks), acordos de cooperação tecnológica (como aquelas do tipo *joint ventures*) ou relações de subcontratação da produção de tecnologias por empresas parceiras. Nesses formatos, as fronteiras institucionais tornam-se menos claras e aproximam essas relações daquelas verificadas dentro de uma mesma estrutura organizacional sendo então exceção à discussão realizada sobre os modos de transferência tecnológica internalizadas e externalizadas (ERNST, 2006; UNCTAD, 2001; DUYSTERS; HAGEDOORN, 2005).

Por fim, cumpre destacar a diferença que se dá entre transferências tecnológicas via IDE em se considerando os setores. Estudos empíricos têm evidenciado que TIT via IDE quando realizadas por meio de relações horizontais (entre empresas do mesmo setor) ou verticais (entre setores a montante e a jusante) possuem movimentos diferenciados sobre as possibilidades de estabelecimento de relacionamentos internos com a tecnologia externa.

Em linhas gerais, as análises empíricas têm sugerido que nas relações verticais têm ocorrido mais transferências de tecnologia do tipo pecuniária (intencionais), do que não pecuniária (não intencionais), sendo esta relação inversa nas relações de transferência horizontais. Nas relações verticais têm ocorrido transferências tecnológicas principalmente na forma de aprendizado sobre padrões de qualidade, técnicas de produção, treinamento de trabalhadores, etc., enquanto nas relações horizontais essas transferências têm ocorrido principalmente por meio da observação, imitação e engenharia reversa (LALL, 1993; IVARSSON; ALVSTAM, 2005; BRANSTETTER; FISMAN; FOLEY, 2006; KELLER, 2009; ALMAHASNA, 2012).

Assim, as relações de complementaridade estabelecidas em relações verticais ou horizontais poderão ter significativas diferenças sobre as transferências realizadas por meio do IDE. Em termos de políticas públicas, há que se considerá-los como fatores condicionantes ou limitadores dos efeitos possíveis em cadeia para “alimentar” determinados setores que o IDE pode proporcionar como fonte de novas tecnologias em determinada nação, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fluxos tecnológicos internacionais são elementos-chave para a garantia da competitividade e realização do *catching up* tecnológico das nações desde tempos remotos. Embora ainda não adequadamente tenham sua relevância reconhecida nesse processo, tem o poder de serem utilizados sistematicamente por empresas, profissionais e formuladores de políticas públicas na construção de novas habilidades e capacidades.

Diversos são os canais pelos quais essas tecnologias podem fluir entre as fron-

teiras nacionais. Alguns possuem maior capacidade de observação (ou mensuração), como aquelas propiciadas por meio do IDE, acordos de cooperação tecnológica, licenciamento de tecnologias, dadas as informações disponíveis. Todavia, existem aqueles com menor capacidade de observação como o fluxo internacional de mão de obra qualificada ou a engenharia reversa e a imitação. Em todos esses canais existem possibilidades de ganhos e aprimoramento econômico.

Conforme discutimos, esse movimento não é, na maioria das vezes, sem custo, notadamente no tocante ao aprendizado local da tecnologia transferida. Quanto mais complexa uma determinada tecnologia, maiores são os requerimentos em termos de capacidades locais exigidos para que essa tecnologia seja bem-sucedida. Por isso a importância em se investir em educação e em atividade científica.

Não obstante, podemos dizer que existem diferentes graus de apropriabilidade. Mesmo que algumas tecnologias possam ser fracamente apropriadas, também existem ganhos, que podem ser medidos em termos de crescimento econômico.

A multiplicidade de canais de transferência tecnológica é desejável, pois forma uma rede de colaboração tecnológica entre fronteiras. Quanto mais indivíduos tendo acesso a conhecimento, realizando P&D, maior o volume de tecnologias geradas. E com mais atores participando, maiores as possibilidades de aí se gerarem novas tecnologias, num processo multiplicativo. O aumento dos fluxos internacionais de tecnologia representa ganho para todos.

Ao longo da história a humanidade não conseguiu mesmo com todos seus artifícios legais e de segurança impedir que as tecnologias pudessem ser trocadas entre as nações. E ao que parece, mesmo se considerando o movimento de idas e vindas no processo de abertura econômica mundial, pouco se poderá fazer para que as tecnologias não possam fluir entre as nações. O importante como nação é ter capacidade de se apropriar desses ventos, guiando suas velas rumo a um desenvolvimento econômico sustentado e sustentável, adaptando as novas tecnologias às suas necessidades com ganhos para toda a sociedade.

PARTE

4

Modelos Evolucionários, Política
de Inovação e Indicadores

Inovação e modelagem evolucionária

Thiago Caliari
Ricardo Machado Ruiz

INTRODUÇÃO

Este capítulo discute a inovação a partir da teoria econômica evolucionária e apresenta de forma sumária alguns modelos básicos. Dentre os vários tipos de modelagem, optou-se por introduzir a modelagem baseada em agentes, pois é o instrumental que apresenta boa aderência às propostas da teoria evolucionária.

A primeira parte do capítulo faz alguns apontamentos sobre as teorias da inovação, organização industrial e desenvolvimento econômico. No segundo tópico são apresentados pressupostos básicos das teorias evolucionárias: inovação, imitação e tempo, assimetria de informação e racionalidade limitada, diferenciação das firmas e processo decisório. Na terceira parte é introduzida a modelagem baseada em agentes. No quarto tópico são apresentados alguns modelos evolucionários que são referências no debate. Na quinta parte são comentados os modelos direcionados à análise de indústrias específicas (*history-friendly models*). Por fim, na conclusão, são destacados aspectos avaliados como importantes para o desenvolvimento teórico e para a modelagem baseada em agentes.

1. INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

No debate sobre o nível e crescimento da produção, da renda e do bem-estar econômico podemos contemplar várias teorias, estudos e argumentos. Uma das primeiras explicações foi dada por Adam Smith partindo da divisão do trabalho, da especialização técnica-econômica e das trocas como determinantes do aumento de produtividade e do nível de produção.

Pode-se citar também a concorrência intercapitalista e as lutas de classes

que marcam a interpretação de Karl Marx. A concorrência entre empresários induzia uma maior mecanização com redução de custos, aumento da produção e permitia disputas em preços. Os conflitos na produção e na distribuição do excedente levavam empresários a buscar novas tecnologias que subordinavam o trabalho ao ritmo da produção. A inovação estava sempre presente na disputa intercapitalista, assim como na conflituosa relação capital-trabalho.

A ênfase nas mudanças tecnológicas de Joseph Schumpeter pode ser uma terceira abordagem para compreensão do desenvolvimento econômico. No livro *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, de 1912, Schumpeter identifica as mudanças tecnológicas como aspecto central do desenvolvimento capitalista, um argumento também encontrado nos escritos de Karl Marx.

Os economistas denominados de neo-schumpeterianos ou evolucionários mantiveram uma forte conexão com as proposições teóricas de Schumpeter. A concorrência capitalista que induzia inovações de produto e de processo e criava novas formas de organização da produção e mudanças institucionais eram também determinantes centrais do desenvolvimento econômico. O livro *An Evolutionary Theory of Economic Change*, de Richard Nelson e Sidney Winter, publicado em 1982, é uma primeira referência nessa perspectiva.¹

Devido a essa percepção do desenvolvimento econômico, a análise evolucionária se fundamenta no processo de inovação, imitação e difusão tecnológicas no tempo, sem referência a um equilíbrio econômico. A discussão não foca na otimização e na eficiência alocativa, mas sim em processos de inovação e rupturas, efeitos cumulativos, trajetórias, retornos crescentes e irreversibilidades, processos de seleção e aprendizado como componentes da evolução de uma estrutura industrial (NELSON, 1991; 1995). Essas ideias-chaves serão comentadas no próximo tópico.

2. CONCORRÊNCIA E INOVAÇÃO

2.1 Inovação, imitação e tempo

Nos modelos evolucionários o ambiente concorrencial é sempre caracterizado por movimentos de inovação, imitação e difusão que resultam quase sempre em

1. O livro de Nelson e Winter (1982) enfatiza o aspecto evolucionário da economia capitalista e, assim, se afasta das análises que buscam determinar o seu equilíbrio. Esse trabalho não foi o primeiro a utilizar a concepção evolucionária biológica no estudo da ciência econômica, tal alusão pode ser encontrada em Veblen (1898), por exemplo.

estruturas industriais com firmas assimétricas ou heterogêneas. A diferenciação intraindustrial pode ser observada em várias dimensões: preço, porte, participação de mercado, produtividade, margem de lucro, rotatividade e intensidade do capital, qualidade e quantidade produzida. As estruturas industriais sempre apresentam alguma distribuição assimétrica de firmas, sendo este um aspecto empírico importante (DOSI *et al.*, 1997; SUTTON, 2001, cap. 9).

A abordagem evolucionária requer a presença de comportamentos e/ou de agentes inovadores e imitadores. Os modelos devem ter sempre presente algum processo de diferenciação tecnológica e, por consequência, comportamental ou estratégica. Para tanto, são necessários instrumentos para modelagem capazes de individualizar as firmas nas suas ações externas, estruturas internas e informação.

Tempo é fundamental para determinar o sucesso da inovação. As vantagens econômicas decorrentes da inovação são transitórias, pois dependem da velocidade e intensidade da difusão tecnológica. Quanto maior o sucesso econômico da inovação, maiores serão os incentivos à imitação e mais intensos serão os mecanismos de busca de informações tecnológicas.

A inovação alcançada por uma firma é uma vantagem concorrencial temporária, pois há sempre a possibilidade de imitação e aprimoramento, o que dilui o diferencial de massa e/ou taxa de lucro do inovador. Uma difusão muito rápida pode reduzir incentivos e suporte financeiro às buscas tecnológicas. Logo, o tempo é parte constitutiva das teorias e dos modelos que discutem a inovação, imitação e difusão tecnológica.

Arrow (1962) apresenta argumentos análogos, mas com foco nos custos de informação:

In the first place, any information obtained, say a new method of production, should, from the welfare point of view, be available free of charge (apart from the cost of transmitting information). This insures optimal utilization of the information but of course provides no incentive for investment in research (ARROW, 1962, p. 616-617).²

2.2 Assimetria de Informação

Nos modelos evolucionários, as interações de mercado estão longe de serem realizadas em ambientes com informações simétricas ou perfeitas. As informações estão disponíveis de forma assimétrica, parcial ou mesmo fragmentada para todos os agentes econômicos, tais como consumidores, fornecedores, concorren-

2. “Em primeiro lugar, qualquer informação obtida, digamos um novo método de produção, deveria, a partir do ponto de vista do bem-estar, ser disponível livre de custos (além do custo de transmissão informacional). Isso garante a utilização ótima da informação mas, é claro, não prove incentivo para investimento em pesquisa” (ARROW, 1962, p. 616-617, tradução nossa).

tes, potenciais entrantes ou mesmo agentes reguladores. E quando se trata de inovação, a tecnologia está disponível somente para o agente que a inventou e de forma imperfeita para os que tem esforços de imitação.

O escopo e a qualidade dos conhecimentos coletados e acumulados por cada agente privado levam a diferentes decisões estratégicas. Cada agente econômico deve coletar, estocar e processar informações sobre preços, custos, qualidade, quantidade, disponibilidade, local, etc. Estas informações não estão disponíveis no mercado a custo zero nem mesmo codificadas para tomada de decisão.

O acúmulo de informações de cada agente depende da sua trajetória no mercado, pois é nas interações com agentes que são adquiridos dados para tomada de decisões. Há um processo cumulativo de informações: as firmas têm estoques de informações em função do tempo e de seus posicionamentos no mercado.³

Nos modelos evolucionários cada agente pode possuir vetores particulares de informações (“memória de mercado”). A construção desses vetores de informações é resultado das estratégias de coleta e processamento de dados: Quais informações devem ser buscadas? Quais devem ser registradas e descartadas? A coleta resulta do percurso do agente no mercado: Com quem e quando ocorreram as trocas? Os vetores de informações seriam uma base de dados específica a cada agente. É certo que diferentes bases de dados geram diferentes decisões e, por consequência, diferentes desempenhos de mercado.⁴

A presença de persistentes assimetrias de informação estabelece uma importante referência para a racionalidade limitada em modelos evolucionários, o que amplia as potenciais assimetrias entre firmas, em particular quando buscam e selecionam inovações.

2.3 Racionalidade Limitada

O conceito de racionalidade limitada está intimamente ligado à obra de Herbert Simon (1955; 1996). O termo é usado para designar a tomada de decisão em ambientes complexos, ou seja, quando existem limitações cognitivas dos agentes relacionadas à coleta, à seleção, ao processamento de informações e à efetiva tomada de decisão.

3. Vários modelos destacam o papel da informação assimétrica. Akerlof (1970) é um exemplo muito conhecido, mas outros podem ser citados, como Albin e Foley (1992) e mesmo o clássico modelo de Schelling (1978), ambos com informações limitadas e decisão local. Ver também Gintis (2007) para um modelo mais complexo.

4. O modelo apresentado por Arthur (1994) é um exemplo de como diferentes formas de processamento da informação simétricas podem gerar diferentes decisões e adicionar instabilidade permanente ao ambiente social, mesmo com processos de adaptação e/ou aprendizado.

Segundo a teoria da decisão neoclássica, as escolhas são feitas com as seguintes considerações: (i) para os agentes é disponibilizada uma série de produtos ou serviços; (ii) cada opção tem probabilidades subjetivas conhecidas; e (iii) dadas as alternativas e suas probabilidades, os agentes maximizam o valor esperado da sua função utilidade. De acordo com Savage (1954), esse ambiente informacional deve ter poucas variáveis, informações padronizadas e disponibilizadas sem custos e, principalmente, refletir alguma recorrência ou persistência, ou seja, não existem modificações (inovações) no ambiente econômico-social.⁵

Para Simon (1996), a tomada de decisão ocorre em ambientes complexos, com inovações e, principalmente, com restrições cognitivas: “a limitação na habilidade humana para lidar com a incerteza é apenas um caso especial das inúmeras limitações cognitivas com que se depara o ator econômico”. O termo racionalidade limitada é proposto no sentido de entender a gama de limitações no conhecimento humano que pode ser vista no mundo real e que não é adequada na teoria neoclássica, incluindo “a ausência de uma completa e consistente função de utilidade para ordenar todas as possíveis escolhas, falta de habilidade para processar todas as alternativas relevantes e prever as consequências dessas alternativas, incluindo a falta de habilidade de prever probabilidade de eventos futuros” (SIMON, 1996, p. 292, v. 3).

Portanto, para Simon a limitada capacidade computacional do cérebro humano vale também para as organizações empresariais. Em ambos os casos a tomada de decisão deve ocorrer em um determinado período e utilizar um volume acumulado, selecionado e organizado de informações. Para tanto são necessárias formas de processamento de informações ou rotinas deliberadas capazes de gerar uma decisão adequada ao contexto econômico.

Um processo de tomada de decisão com limitação cognitiva é um processo particular e heurístico e que corresponde a um aprendizado relacionado às circunstâncias particulares e à experiência passada. Pode-se dizer que o processo decisório é dependente do processo histórico, em outras palavras, qual o caminho do agente econômico no mercado, como ele visualizou e memorizou sua passagem.

A racionalidade que surge da proposição é denominada *satisficing*, que indica suficiência: o indivíduo considera adequado o resultado da sua coleta de informação para tomada de decisão ou as metas foram alcançadas em um dado período.

5. As probabilidades subjetivas nos modelos de teoria dos jogos é uma tentativa de adequar às críticas da teoria comportamental e assim inserir certa limitação cognitiva na tomada de decisão dos agentes.

do, em ambos os casos ele encerra seus esforços. É importante notar, portanto, que o *satisficing* assume que o tomador de decisão deseja atingir metas e usa seus recursos e sua cognição tão melhor quanto possível para este fim.⁶

2.4 Recursos e diferenciação das firmas

Como nos modelos convencionais, nos modelos evolucionários as firmas buscam a melhor lucratividade, enquanto os consumidores buscam minimizar os custos de aquisição de uma cesta de insumos ou produtos, dada suas preferências. A diferença em relação a modelos convencionais está na variedade e na combinação de recursos da firma e dos consumidores na identificação do nível ótimo, aqui substituído por um nível satisfatório e suficiente de lucro e utilidade.

Em forçada síntese, na teoria evolucionária a firma e o consumidor têm pelo menos três dimensões. A primeira é um conjunto de informações selecionadas e acumuladas no seu percurso de mercado, em geral coletadas por equipes especializadas no monitoramento de mercados. Uma segunda dimensão é um sistema de rotinas para a tomada de decisões que podem ser observadas na estrutura organizacional e administrativa da firma. Por fim, uma terceira dimensão são os recursos materiais e econômicos (e.g. máquinas, equipamentos, prédios, patentes, recursos financeiros, qualificação da força de trabalho, etc.), os recursos imateriais e intangíveis (e.g. sinergias na equipe, reputação de mercado e redes de contatos nos mercados) e autorizações e contratos com agentes externos públicos e privados que permitem controle de ativos de terceiros (e.g. contratos com fornecedores, distribuidores e financiamentos).

Para as teorias evolucionárias, os recursos da firma correspondem a uma combinação única de fatores, ou seja, a empresa possui recursos, organiza a produção e monitora a alocação de recursos de forma única. Os recursos podem ser adquiridos no mercado (recursos *tradables*), mas a articulação desses fatores depende de capacitações próprias da firma (um recurso *non-tradable*).

Uma firma é um conjunto de recursos em um cenário com múltiplas alocações concorrentes, excludentes e irreversíveis, tais como: aquisição de certas patentes, desenvolvimento de produtos, atuação em certos segmentos de mercado, contratos com fornecedores, trabalhadores e produtores de bens de capital

6. Os estudos de Axelrod (1984; 1997) possuem vários modelos de organização social em condições de racionalidade limitada e informação assimétrica. Arthur (1994) introduz um modelo simples de mudanças de rotinas decisórias e Arthur et al. (1997) apresentam um modelo exploratório mais complexo para mercados financeiros.

dedicados. Portanto, a firma é um sistema econômico que tem rigidez alocativa e assume uma posição de mercado, assim como condiciona suas possibilidades estratégicas, capacidade de reação e adaptação (PORTER, 1996; TEECE, 1996).

Essas considerações são importantes, pois afirmam que não existem ajustes instantâneos e reversibilidade plena, ou seja, a firma dificilmente modifica sua alocação de recursos e sua posição de mercado em um curto período sem aportar um volume complementar e considerável de recursos. São necessários vários períodos para atualizar tecnologicamente os ativos, finalizar compromissos assumidos e construir novas conexões a montante (rede de fornecedores) e a jusante (rede de clientes). Os contratos e compromissos financeiros exigem períodos de comprometimento com ativos fixos e circulantes. A constituição de novo fluxo líquido de caixa a partir de novos ativos e o encerramento das atuais atividades não acontecem imediatamente, em particular quando novos ativos são substituídos dos atuais ativos, o que corresponde à “queima de capital”. Estes tempos de ajuste podem ser considerados em uma modelagem baseada em agentes, tanto na dimensão da produção como do consumo.

2.5 Processo decisório

O processo de decisão é um conjunto hierarquizado de rotinas decisórias com critérios mínimos de desempenho em cada estágio (nível suficiente). As rotinas decisórias refletem uma divisão interna de trabalho: produção, aquisição de insumos, vendas e distribuição, precificação, marketing, avaliação de crédito, busca tecnológica, etc. Uma firma pode ser observada como um sistema articulado de processos decisórios com um agente coordenador (administrador ou proprietário) que busca compatibilizar decisões parciais em direção a algum posicionamento estratégico. Vale notar que o consumidor age de forma análoga.

A firma é um conjunto de rotinas interdependente e parciais de decisão hierarquizados e materializados em unidades decisórias específicas (departamentos, divisões ou gerências), muitas delas tácitas.⁷ Tal fragmentação de decisões ocorre mesmo em firmas com elevada concentração de poder decisório, pois um tomador de decisão atua a partir de um conjunto de rotinas que facilita a comunicação interna, a supervisão e o controle, além de permitir uma rápida tomada de decisão; este pode ser o caso de pequenas empresas com o processo decisório concentrado no proprietário.

7. A organização interna da firma é abordada por autores de diversas vertentes. Ver Holmstron e Tirole (1989) para um sumário dessas teorias e Chandler (1992b) para uma perspectiva histórica.

Os argumentos de Simon sobre a impossibilidade de “deliberação totalizante” estão presentes na teoria e modelagem evolucionária. Nelson e Winter (1982) observam que a teoria evolucionária aceita e absorve as ideias comportamentais (racionalidade limitada) utilizando na modelagem a “proposição de que, no médio e curto prazo, o comportamento das firmas pode ser explicado com regras e procedimentos relativamente simples” (NELSON; WINTER, 1982, p. 63).⁸

A Figura 1 ilustra uma firma como um sistema de rotinas. O primeiro conjunto de rotinas representa o processo de produção, o segundo corresponde ao relacionamento com o mercado consumidor, o terceiro esboça as relações com o mercado financeiro e, por fim, o quarto conjunto de rotinas capta a alocação de recursos financeiros para investimento, produção e busca tecnológica. Cada conjunto de rotinas está articulado a um conjunto de recursos materiais, intangíveis e organizacionais. Para cada rotina existe um objetivo específico a ser alcançado (quantidade, volume de vendas, financiamento, etc.) e suficiente se atingir um nível de desempenho agregado adequado.

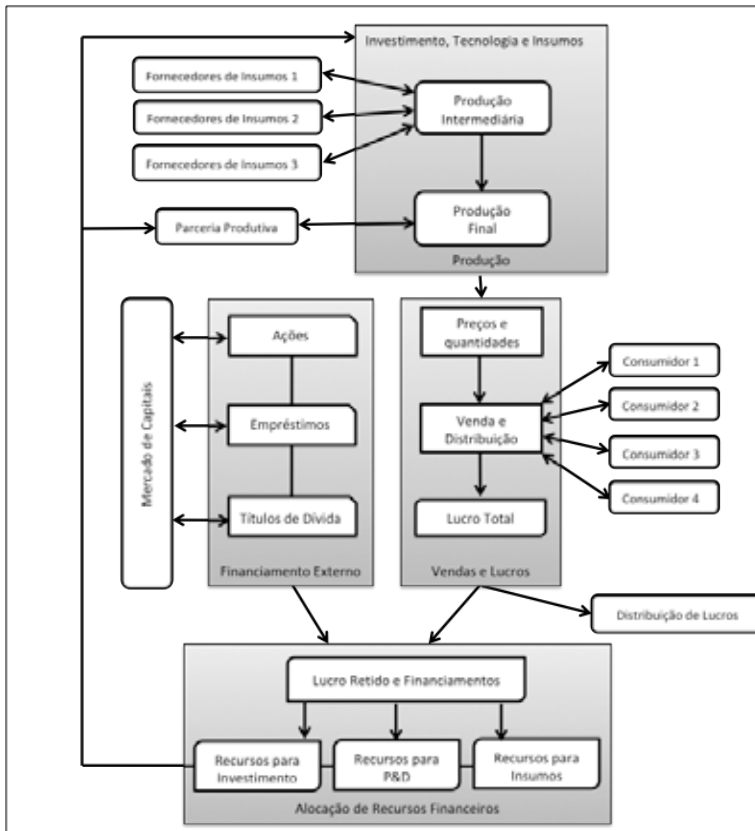
Algumas rotinas são internas à firma (setas unidirecionais) e outras têm fortes relações externas (setas bidirecionais) e dependem de barganhas e acordos com outros agentes. As relações com os agentes externos e autônomos (mercado de capitais, consumidores e fornecedores) tornam a firma um sistema aberto às variações de mercado e sensível a choques externos. No caso das relações internas, as trocas seguem a organização hierárquica da firma, enquanto nas relações externas as trocas dependem de negociações e de contratos, ambos condicionados pelos interesses de agentes privados autônomos. Comparando as relações externas com as internas, nas externas o ambiente é caracterizado por forte assimetria de informação e incerteza comportamental.⁹

Os processos de decisão, apesar de rotineiros, não são imutáveis. As firmas seguirão as rotinas que as levem a atingir metas específicas. Se a rotina estabelecida não estiver condizente com os objetivos planejados, a rotina decisória poderá ser substituída. Na modelagem baseada em agentes é possível simular este processo de substituição de rotinas.

8. Cabe lembrar que o objetivo das firmas nos modelos evolucionários é o mesmo das firmas nos modelos ortodoxos: a maximização do lucro. Nos modelos evolucionários as rotinas, as informações e inovações constituem um processo de tomada de decisão com racionalidade limitada. Já nos modelos convencionais, a decisão é um processo de otimização de funções objetivo em condições econômicas perceptíveis.

9. A discriminação de informações como internas e externas e públicas e privadas é um aspecto central da modelagem evolucionária, assim como na modelagem baseada em agentes. Gintis (2007) comenta essa discriminação e introduz um modelo multissetorial básico sem “leiloeiros Walrasianos”, em que as informações são exclusivamente privadas e/ou captadas em trocas no mercado.

Figura 1 - Estrutura e rotinas decisórias da firma



Fonte: Elaboração própria.

3. MODELO BASEADO EM AGENTES

Os modelos evolucionários em economia têm como componentes teóricos principais (i) a inovação e imitação, (ii) a informação assimétrica, (iii) a racionalidade limitada, (iv) os diferenciados recursos da firma e (v) processos decisórios. Os modelos baseados em agentes ou modelagem baseada em agentes (MBA, em inglês, *ABM: Agent Based Model* ou *Agent Based Modelling*) são um instrumento adequado para esta proposta teórica.

Um modelo MBA é elaborado em programas de simulação específicos, como Python,¹⁰ Mathematica,¹¹ Netlogo¹² e LSD,¹³ mas há uma gama considerável de outros

10. Disponível em: <https://www.python.org/>

11. Disponível em: <https://www.wolfram.com/mathematica/>

12. Disponível em: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

13. Disponível em: http://www.labsimdev.org/joomla_1-3/

programas com recursos para MBA. Nestes programas é possível criar populações de agentes assimétricos ou grupos de agentes que compartilham características e comportamentos comuns.¹⁴

Segundo Testfasion e Judd (2006, p. 833), o MBA é importante, pois permite que um grande número de microagentes heterogêneos esteja engajado repetidamente em interações particulares. Com resultado dessas interações surgem regularidades agregadas, por exemplo, níveis de emprego e de produção, inflação, taxa de utilização, crescimento e distribuição de renda. É uma modelagem *bottom-up* e diferente das tradicionais modelagens *top-down* que utilizam “agregados econômicos”: curvas de oferta e demanda tanto macroeconômicas como microeconômicas.

A MBA permite a incorporação de uma diversidade de agentes, de comportamentos, de características e mesmo a redefinição e/ou adaptação individualizada de cada agente no decorrer do tempo de simulação. Miller e Page (2007, cap. 7) apresentam oito características centrais de agentes e de modelos de sociedade em MBA: visão (informação recebida), intenção (objetivos e metas), comunicação (informação distribuída), interação (tipo de relacionamento), *payoffs* (remuneração e prêmios), rotinas (regras, comportamentos e estratégias), capacidade cognitiva (aprendizado e adaptação) e foco do modelo (ampla capacidade de modelar características específicas do problema social).

De acordo com os argumentos clássicos de Axelrod (1997) e Holland (1995), no MBA estão sempre presentes processos adaptativos e de aprendizado que levam a mutações autônomas. O desafio na utilização do MBA está na identificação e caracterização dos agentes, na incorporação de heterogeneidades e na interação desses agentes. Essas interações podem levar a processos de retroalimentação (*feedbacks*): ações dos agentes modificam o ambiente que, na sequência, induz reações dos agentes, inclusive sua própria adaptação ou mutação.¹⁵

Na MBA as interações ocorrem em nível individual. Os softwares citados acima permitem acompanhar e registrar cada ação individual em uma população heterogênea que toma decisões privadas. Por exemplo, dois agentes estabelecem uma troca no mercado: um produtor (*i*) estabelece identifica um consumidor (*j*) e ocorre a troca da quantidade (*q*) de determinado produto (*f*) ao preço (*p*) em determinado local (*k*) e em certo momento do tempo (*t*). Uma simulação pode ter milhares de agentes e cada troca *T* poderia ser assim identificada e analisada: $T(i, j, q, f, p, k, t)$.

14. Para um detalhamento destes programas sugerimos a leitura de Nicolai e Madey (2009) e Allan (2011).

15. O algoritmo genético é um instrumento muito utilizado para simular tais processos. No algoritmo genético o agente é representado por um vetor de características (como os genes no DNA), o que permite diferenciar os agentes. Os algoritmos genéticos são capazes de fazer as seguintes operações: seleção (reprodução e exclusão), mutação (adaptação) e cruzamentos (combinação) em uma população com diversidade de agentes que buscam ampliar a probabilidade de sobrevivência no meio ambiente (fitness). Ver Mitchell (1998) e Holland (1995) para uma introdução a algoritmos genéticos.

Na MBA não existem “curvas de demanda” ou “curvas de oferta” em níveis micro e nem macroeconômicos, mas existem demandas e ofertas individualizadas e negociações que resultam em trocas específicas. Por exemplo, em MBA, a elasticidade da demanda e da oferta são propriedades emergentes e cada firma ou consumidor as estima a partir das suas próprias coletas de informações, o que permite ao agente aprender sobre o comportamento agregado do mercado (consumidores e produtores).

Os resultados em nível agregado (propriedades emergentes) podem ser indicadores de desempenho do modelo quando comparado a dados coletados por estudos empíricos. Por exemplo, a evolução do produto interno bruto (PIB) é uma propriedade emergente em um MBA macroeconômico, pois corresponde a um resultado agregado da interação de milhares de agentes. A evolução simulada do PIB pode ser comparada com dados coletados em pesquisas empíricas e, assim, verificar sua aderência inicial ao caso estudado. Em nível microeconômico, o mesmo pode ocorrer, por exemplo, com a distribuição de tamanhos das empresas ou o grau de concentração do mercado. Um MBA microeconômico deve ser capaz de reproduzir estas características específicas da indústria, o que mostraria sua adequação preliminar ao problema em questão.¹⁶

A abordagem dos MBA busca inserir cada agente em uma rede circunscrita de trocas e de informações. Os agentes observam e monitoram um conjunto específico de demais agentes (por exemplo, alguns concorrentes) e estabelecem trocas com outros (por exemplo, fornecedores e consumidores). Não é possível a cada agente monitorar todas as informações e características de todos os agentes durante todo o tempo, pois existem custos, restrições temporais, limitações cognitivas e algumas informações são estritamente privadas.

A Figura 2 ilustra os mercados como uma rede de interações entre fornecedores (cor laranja), produtores (cor verde) e consumidores (cor vermelha). Todos os agentes têm maior ou menor proximidade concorrencial e estabelecem trocas de modo individual, assim, formam subgrupos dentro da indústria. Cada firma tem um posicionamento estratégico: articulação, relação e proximidade específica com clientelas, interação usuário-produtor, relações com fornecedores, diferenciação de produtos (CAVES; PORTER, 1977; PORTER, 1996; SUTTON, 2001).

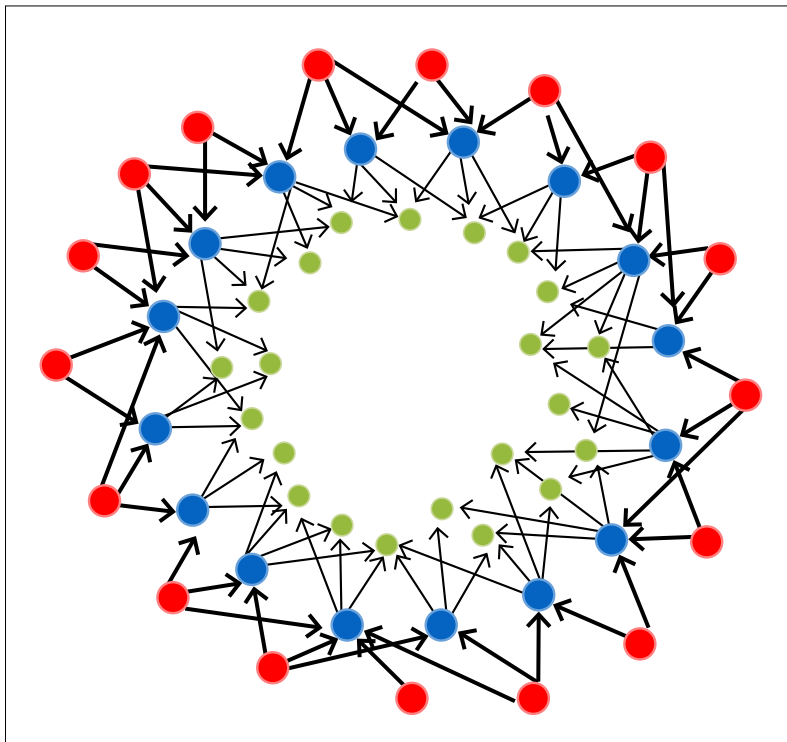
Como observa Caves e Porter (1977, p. 250):¹⁷

16. Por exemplo, Hardle e Kirman (1995), Kirman e Vriend (2001) e Gintis (2009) apresentem modelos com regras de decisão individuais que geram comportamentos agregados.

17. “A chave para unir barreiras à entrada em uma teoria mais geral da mobilidade das empresas é a hipótese de que os vendedores de um setor provavelmente diferem sistematicamente em outras características diferentes do tamanho, de modo que o setor contenha subgrupos de empresas com características estruturais diferentes; nós nos referimos a eles simplesmente como grupos. As firmas de um grupo se parecem muito e reconhecem sua dependência mútua com mais sensibilidade [...]. As barreiras à entrada tornam-se específicas para o grupo, em vez de proteger igualmente todas as empresas do setor, e as barreiras à mobilidade entre os grupos se apoiam nas mesmas características estruturais das barreiras à entrada em qualquer grupo de fora do setor” (CAVES; PORTER, 1977, p. 250, tradução nossa).

The key to conjoining barriers to entry to a more general theory of interscale mobility of firms is the hypothesis that sellers within an industry are likely to differ systematically in traits other than size, so that the industry contains subgroups of firms with differing structural characteristics; we refer to them simply as groups. The firms within a group resemble one another closely and recognize their mutual dependence most sensitively [...]. Barriers to entry then become specific to the group rather than protecting all firms in the industry equally, and barriers to mobility between groups rest on the same structural features as barriers to entry into any group from outside the industry.

Figura 2 – Rede de informações locais e trocas individuais



Fonte: Elaboração própria.

Os MBA são **particularmente atrativos dentro do contexto da análise** econômica evolucionária ou quando os agentes são assimétricos e autônomos. Os MBA são **flexíveis** e capazes de operar com várias populações heterogêneas (diferentes recursos, informações, preferências, tecnologias e rotinas decisórias). Por exemplo, a Tabela 1 apresenta uma população de agentes (agentes de 1 a 6) em que cada um possui (1) ou não possui (0) determinadas características (características de A a I).

Tabela 1 - Representação de uma população de agentes

Características:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Agente 1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Agente 2	1	1	0	0	1	1	0	0	0
Agente 3	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Agente 4	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Agente 5	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Agente 6	1	0	1	1	0	1	0	1	0

Fonte: Elaboração própria.

As características dos agentes podem ser fixas ou variáveis seguindo alguma regra de mutação. Por exemplo, na Tabela 2, o Agente 1 observa um melhor desempenho do Agente 2 e identifica a presença das características A, B, E, F e I. Com a análise dessas informações, o Agente 1 decide investir nos recursos A, B, F, G e I, pois conclui serem esses os recursos importantes para mimetizar ou copiar o melhor desempenho do Agente 2 e, ainda, manter um diferencial concorrencial exclusivo, o recurso G.

Como consequência dessa nova alocação de recursos, o Agente 1 deixa de investir nos recursos E e C. O resultado é uma mutação interna do Agente 1 que pode resultar em um melhor desempenho. Estas características e regras de comportamento ilustram como os agentes interagem em concorrência.

Tabela 2 - Adaptação

Características:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Agente 1 (t = 1)	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Agente 2 (t = 1)	1	1	0	0	1	1	0	0	1
Agente 1 (t = 2)	1	1	0	0	0	1	1	0	1

Fonte: Elaboração própria.

Não obstante a notável flexibilidade da MBA, os modelos sempre requerem um cuidadoso estudo teórico-histórico do processo decisório, da coleta de informações, das características dos agentes e os fatos estilizados do objeto em estudo para testar a aderência do modelo. A parcimônia é aspecto importante da MBA e um imenso desafio.¹⁸

18. O escritor Jorge Luís Borges (1982, p. 117), no texto “Sobre o Rigor na Ciência”, capta com precisão o desafio aqui pontuado que é combinar representação e relevância em um exercício de modelagem. Citando um trecho: “Naquele império, a Arte da Cartografia alcançou tal perfeição que o mapa de uma única Província ocupava uma cidade inteira, e o mapa do Império uma Província inteira. Com o tempo, estes mapas desmedidos não bastaram e os Colégios de Cartógrafos levantaram um mapa do império que tinha o tamanho do império e coincidia com ele ponto por ponto. Menos dedicadas ao estudo da cartografia, as gerações seguintes decidiram que esse dilatado mapa era inútil e não sem impiedade entregaram-no às inclemências do sol e dos invernos. Nos desertos do oeste perderam despedaçadas ruínas do mapa habitadas por animais e por mendigos; em todo o país não há outra relíquia das disciplinas geográficas”.

4. MODELOS EVOLUCIONÁRIOS NA ECONOMIA

Para os iniciantes em MBA, apresentamos no Quadro 1 uma seleção de estudos que utilizaram a MBA em modelos econômicos nas duas primeiras décadas após o livro seminal de Nelson e Winter (1982).

Quadro 1 – Sugestão de artigos seminais de MBA em economia

Ano	Estudos e Artigos
1982	NELSON, R. R.; WINTER, S. G. An evolutionary theory of economic change. Belknap Press: An Imprint of Harvard University Press, 1982.
1984	AXELROD, R. The evolution of cooperation. New York: Basic Books, 1984. ISBN 978-0-465-02122-2
1988	SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. The Economic Journal , v. 98, p. 1.032-1.054, 1988.
1989	ARTHUR, W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. The Economic Journal , v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989.
1991	HOLLAND, J. H.; MILLER, J. H. Artificial adaptive agent in economic theory. American Economic Review , v. 81, n. 2, p. 365-370, 1991.
1994	FOLEY, D. A statistical equilibrium theory of markets. Journal of Economic Theory , v. 62, n. 2, p. 321-345, 1994.
1996	EPSTEIN, J. M.; AXTELL, R. Growing artificial societies: social science from the bottom up. Brookings Institution Press and The MIT Press, 1996.
1997	BIRCHENHALL, C. R.; KASTRINOS, N.; METCALFE, S. Genetic algorithms in evolutionary modelling. Journal of Evolutionary Economics , v. 7, n. 4, p. 375-393, 1997.
1997	ARTHUR, W. B.; HOLLAND, J.; LeBARON, B.; PALMER, R.; TAYLOR, P. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market. In: ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S. N.; LANE, D. A. (eds). The economy as a complex system II. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997. p. 15-44.
1997	AXELROD, R. The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1997.
1999	FRENKEN, K.; MARENGO, L.; VALENTE, M. Interdependencies, nearly-decomposability and adaptation. In: BRENNER, T. (org.). Computational techniques for modelling learning in economics. v. 11. Boston, MA: Springer, 1999. p. 145-165.
1999	WATTS, D. J. Small worlds: the dynamics of networks between order and randomness. Princeton Studies in Complexity. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.
1999	MALERBA, F. et al. 'History-friendly' models of industry evolution: the computer industry. Industrial and Corporate Change , p. 3-40, 1999.
2000	WINTER, S. G.; KANIOVSKY, Y. M.; DOSI, G. Modeling industrial dynamics with innovative entrants. Structural Change and Economic Dynamics , v. 11, n. 3, p. 255-293, 2000.
2001	KIRMAN, A. P.; VRIEND, N. J. Evolving market structure: an ACE model of price dispersion and loyalty. Journal of Economic Dynamics and Control , v. 25, p. 459-502, 2001.
2002	MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: toward a history-friendly model. Industrial and Corporate Change , v. 12, n. 4, p. 667-703, 2002.

Fonte: Elaboração própria.

A seleção apresentada no Quadro 1 mostra uma variedade de modelos. Optamos por apresentar dois modelos econômicos pioneiros no uso de MBA, além de um trabalho nacional. Tais modelos possuem simplificações no que se refere à heterogeneidade dos agentes e às regras decisórias. Entretanto, todos possuem características centrais da modelagem evolucionária e constituem leitura relevante para aqueles que pretendem utilizar tais instrumentos e abordagens teóricas.

A teoria econômica com modelagem evolucionária tem nos estudos de Nelson e Winter (1982) e Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988) suas principais referências, sendo que o segundo estudo introduz o processo de inovação com difusão tecnológica como um modo para dirimir simplificações do modelo de Nelson e Winter. No Brasil uma importante referência para a abordagem evolucionária é o artigo de Possas *et al.* (2001), pois contém os elementos centrais da teoria evolucionária e agrega outras referências teóricas. Estes três modelos serão sumarizados nas próximas seções.

4.1 Modelo Nelson e Winter (1982)

O modelo de Nelson e Winter (NW)¹⁹ é uma referência marcante na análise evolucionária, pois influenciou uma série de modelos subsequentes sobre dinâmica industrial e inovação tecnológica. Neste modelo, os autores observam o enigmático resíduo de Solow e apresentam um modelo que simula tal resultado empírico. Para tanto, partem de diferentes pressupostos teóricos e utilizam outros instrumentos de modelagem.

O modelo de NW considera as firmas heterogêneas em capacitação tecnológica, com procedimentos, regras de decisão e processos de busca tecnológica distintos. A concorrência corresponde à disputa de mercado por meio de ofertas individuais: não há uma curva de oferta da indústria, mas sim ofertas de cada firma. Neste contexto de heterogeneidade dos agentes, a melhor capacidade de atender à demanda corresponde a prêmios, tais como baixo estoque de produtos e maior giro de ativos. Assim, a concorrência premia firmas que se mostrem exitosas e penaliza outras que se mostrem menos eficientes e que eventualmente são excluídas da indústria ou da economia. Uma progressiva exclusão resultaria em um monopólio, porém ocorrem processos de imitação das firmas com melhor desempenho, o que induz à adaptação dos agentes sobreviventes.

19. Discute-se aqui o modelo do capítulo 12 de Nelson e Winter (1982).

Em relação estritamente ao progresso técnico, o modelo NW desenvolve o conceito de concorrência schumpeteriana e inovação de maneira bidirecional. A causalidade no sentido estrutura de mercado \rightarrow inovação era aplicada nos estudos econômicos schumpeterianos, mas o sentido reverso era até aquele momento pouco matizado. No modelo NW, há uma retroalimentação em que estratégias inovadoras bem-sucedidas podem gerar um lucro diferencial que permite ao inovador crescer mais rápido que os concorrentes e modificar a estrutura de mercado (estrutura de mercado \leftrightarrow inovação). Esse crescimento resulta de vantagens relacionadas às economias estáticas (aumento de escala) e economias dinâmicas (aprendizados e aprimoramentos). Ambas podem levar a incrementos de produtividade e induzir novos investimentos em tecnologia. Em algum momento, a imitação ocorrerá e a probabilidade da imitação aumenta com a crescente dominância da firma mais eficiente.

Como é possível notar pela sumária descrição acima, a base do modelo é o progresso técnico, regras decisórias e processos de difusão. As equações a serem apresentadas seguem a estrutura original de NW e a primeira equação a ser apresentada define as quantidades produzidas de forma convencional, mas é específica a cada firma i em determinado momento t :

$$(1.1) q_{it} = a_{it}K_{it}$$

O nível de produção q da firma i no período t depende do seu estoque de capital físico K_{it} e da sua tecnologia produtiva a_{it} . As firmas fabricam um produto homogêneo, possuem diferentes técnicas, mas todas caracterizadas por retornos constantes de escala e coeficientes fixos de insumos. A firma sempre opera no nível máximo permitido pelo estoque de capital K_{it} , compra fatores de produção em um mercado perfeitamente elástico e com preços fixos. Dados os preços fixos dos insumos, os custos por unidade de capital são constantes ao longo do tempo. Devido ao diferencial tecnológico, o custo do produto varia entre firmas e, ao longo do tempo, a produtividade aumenta à medida que novas tecnologias são introduzidas. A heterogeneidade tecnológica permite níveis diferentes de produção e participação de mercado. A produção total do mercado é dada por:

$$(1.2) Q_t = \sum_{i=1}^n q_{it} = \sum_{i=1}^n a_{it}K_{it}$$

Assim definida a quantidade ofertada na indústria, as firmas se deparam com uma curva de demanda negativamente inclinada e que determina o preço da indústria.

$$(1.3) p_t = D(Q_t)$$

Com o preço definido, as firmas calculam margem, massa e taxa de lucro, respondendo à diferença entre a receita total e os custos totais, como se deriva da convencional equação abaixo:

$$(1.4) \pi_{it} = (p_t \cdot a_{it} K_{it} - (c + r_{im} + r_{in}))$$

A receita total é o preço de mercado multiplicado pela produção. Já os custos envolvem os custos de produção c mais os custos de P&D imitadores (r_{im}) e inovadores (r_{in}) por unidade de capital, ambos específicos às firmas. Portanto, quanto maior o volume de investimento em P&D inovador ou imitador, menores as margens de lucro e/ou menor o capital disponível para produção nos períodos seguintes. Esses são *trade-offs* importantes na alocação de recursos.

Neste momento cabe abrir espaço para destacar a endogeneidade tecnológica. As firmas podem gerar novos níveis de produtividade a_i por meio de processos de imitação ou inovação seguindo variáveis aleatórias independentes d_{im} e d_{in} da seguinte forma:

$$(1.5) \Pr(d_{im} = 1) = \gamma_m r_{im} K_{it}$$

$$(1.6) \Pr(d_{in} = 1) = \gamma_n r_{in} K_{it}$$

A probabilidade de se estabelecer uma inovação (d_{in}) ou imitação (d_{im}) aumenta conforme aumentam o estoque de capital (K_{it}) e os gastos com P&D (r_{im} e r_{in}), lembrando que “os parâmetros são escolhidos de forma que a probabilidade de limite superior não seja alcançada” (NW 1982, p. 414). Se a firma obtém uma inovação ($d_{in} = 1$), ela escolhe entre uma distribuição de oportunidades tecnológicas a independente do tempo.²⁰ O mesmo ocorre no caso de a firma obter uma imitação ($d_{im} = 1$). Se a firma consegue uma inovação ou imitação no período t , então o nível de produtividade dela, nos períodos seguintes, é dado por:

20. Cabe fazer uma observação. O modelo NW cap.12 apresenta duas formas de busca tecnológica: a não cumulativa, em que a tecnologia escolhida no período t independe dos períodos anteriores, e a cumulativa, em que a tecnologia a ser escolhida no período t é uma função da tecnologia em períodos anteriores.

$$(1.7) a_{i(t+1)} = \max (a_{it}, a'_t, a''_{it})$$

Em que a'_t é a melhor prática industrial no período t e é uma variável aleatória resultante da inovação. A inclusão de a''_{it} , portanto, configura o processo de imitação ou difusão.

O estoque de capital da firma (K_{it}) é função dos investimentos e da depreciação do capital. Por sua vez, o investimento é função da margem e da massa de lucro, este último depende da participação no mercado (porte da firma):

$$(1.8) K_{i(t+1)} = I \left(\frac{p_t}{c}, \frac{q_{it}}{Q_t}, \pi, \delta \right) \cdot K_{it} + (1 - \delta) \cdot K_{it}$$

Nesse caso, δ representa a taxa de depreciação física. Dessa modelagem, nasce uma dinâmica endógena de progresso.

Imaginemos um caso em que as firmas não desenvolvem estratégias para inovação ou imitação ($r_{im} = 0$ e $r_{in} = 0$) e todas as firmas têm o mesmo custo unitário de produção. Neste caso, as firmas se encontram em uma situação de concorrência perfeita, com estratégias de produção totalmente deterministas, independentes da produtividade. Contudo, caso o modelo permita que as firmas tenham gastos diferenciados em P&D, os desempenhos serão também diferenciados e específicos a cada firma.

Quando uma empresa obtém uma inovação, sua produtividade, sua participação de mercado e seu lucro aumentam. Ao longo do tempo, o resultado é um aumento da produtividade da economia com decréscimo do custo unitário de produção, o preço tende a cair e a quantidade aumentar. No decorrer das disputas, as firmas inovadoras se tornam mais lucrativas e ampliam sua participação de mercado por meio do reinvestimento de lucros retidos. As firmas não inovadoras e não imitadoras podem ser, assim, excluídas do mercado. Na ausência da imitação, a indústria tende ao monopólio.

Em suma, o processo de inovação, imitação e disputa de mercado são aspectos teóricos importantes da concorrência schumpeteriana e foram pioneiramente inseridos no modelo de N&W.

4.2 Modelo Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988)

O modelo de Silverberg, Dosi e Orsenigo (SDO) procura superar algumas simplificações do modelo NW. Para isso, os autores explicitam a “natureza de processos de difusão em um ambiente evolucionário caracterizado por diversidade tecnológica e comportamental entre os agentes, incerteza sobre o futuro, aprendizado e desequilíbrio dinâmico” (SDO, 1988, p. 1.032).

O processo de difusão tecnológica é uma função endógena da escolha de novas técnicas produtivas. A escolha dessas técnicas, diferentemente de NW, não responde ape-

nas a uma aleatoriedade no processo inovador ou imitativo, mas são endogenamente construídas via aprendizado ou por adequação de experiência de outras firmas.

Inicialmente é definida uma taxa de crescimento da demanda: $D(Q_t)$ é dada e cresce a uma taxa exponencial e exógena. Essa demanda agregada em nível setorial corresponde a uma oferta que resulta de um conjunto de firmas individualizadas que tem sua participação de mercado dependente da competitividade relativa na indústria.²¹ Assim, a evolução da estrutura de mercado é uma função da diferença da competitividade da firma i em relação à média de mercado, em uma típica equação do tipo *replicator dynamic*.²²

$$(2.1) \frac{\partial f_i}{\partial t} = \alpha_1 (E_i - \bar{E}) f_i$$

No qual E_i é a competitividade da firma i , \bar{E} é a média ponderada da competitividade de mercado e f_i é a participação de mercado da firma i . Sendo $f_i \in (0,1)$ temos $\bar{E} = \sum_{i=1}^n f_i E_i$. Por sua vez, a competitividade da firma i é definida no modelo como uma combinação linear entre o preço da firma e um índice de atraso na entrega dos pedidos, como segue:

$$(2.2) E_i = -\ln p_i - \alpha_2 \ln dd_i$$

No qual p_i é o preço da firma i e dd_i é a demora na entrega dos pedidos da firma i , sendo a demora na entrega definida como a razão entre os pedidos acumulados e a produção corrente da firma. Como expresso pelos autores, um fator importante da competitividade das firmas ainda poderia ser um indicador da qualidade do produto. Porém, no modelo SDO, a análise ainda é feita sobre a suposição de um mercado com produtos homogêneos, o que anula o efeito da diferenciação.

A participação de mercado é uma função da competitividade relativa que, de forma indireta, se relaciona à diferença entre o *markup* desejado e o *markup* praticado e capacitação tecnológica nos períodos precedentes. Portanto, a com-

21. Vale notar as diferenças significativas na modelagem da oferta e da demanda. A oferta corresponde a um conjunto heterogêneo de agentes, enquanto a demanda é um conjunto indiferenciado de consumidores (função agregada). Em indústrias com produtos homogêneos e com consumidores sem poder de mercado essa estratégia de modelagem pode ser adequada, contudo, em outras situações (produtos diferenciados e consumidores heterogêneos) tal modelagem seria insatisfatória.

22. A equação replicator dynamic descreve o processo de seleção natural, os componentes determinísticos da evolução biológica. Foi desenvolvida por R.A. Fisher ([1930] 1999) para análise de seleção biológica e é amplamente utilizada em “jogos evolucionários”.

petitividade é determinada pelos preços de forma defasada ($t-1$) e há um implícito processo de adequação ao ambiente concorrencial. Como comenta Almeida (2004), o estabelecimento do princípio do custo total no processo de formação de preços é uma das características do modelo SDO e representa a formação de preços no curto prazo.²³ Assim, a definição de preço segue a equação:

$$(2.3) \frac{\partial p_i}{\partial t} = \alpha_3(p_{ci} - p_i) + \alpha_4(E_i - \bar{E})$$

Em que p_i é o preço praticado no mercado e p_{ci} é o preço no *markup* desejado pela firma. A variação do preço é definida como uma média ponderada entre o preço praticado no mercado e o preço desejado e entre sua competitividade e a competitividade média de mercado. Os coeficientes α_3 e α_4 definem a importância relativa dessas quatro informações e que merecem observações. Primeira: os coeficientes α_3 e α_4 sintetizam o comportamento estratégico das firmas, mas poderiam ser específicos a cada uma delas e mesmo variar no tempo (α_{3it} e α_{4it}). Segunda observação: a competitividade média de mercado corresponde às informações disponibilizadas para todas as empresas. Essa é uma hipótese adequada em uma indústria com produtos homogêneos e com forte divulgação de preços ao público, como no caso da produção de commodities. Porém, quando a indústria for diferenciada, a competitividade se torna mais difícil de ser mensurada.

Na apropriação e aprendizado tecnológico, o modelo SDO guarda uma diferença relevante em relação ao modelo NW. No modelo SDO, a capacidade tecnológica resulta da introdução progressiva de novas máquinas e equipamentos pertencentes a diferentes safras tecnológicas ou que pertencem a diferentes trajetórias tecnológicas. A incorporação dessas tecnologias define o estoque de capital da firma (K_{it}) que corresponde a uma agregação da capacidade produtiva entre o período corrente t e o período de sucateamento T_i dos equipamentos. Esse é um aspecto importante, pois indica um processo progressivo e não abrupto de incorporação de inovações tecnológicas.

23. O princípio do custo total difere da visão neoclássica de determinação de preços, pois afirma que as empresas estabelecem preços tomando como base o custo primário unitário (informação disponível para firma) e acrescentando a ele um percentual de lucro (*markup* convencional). Essa tomada de decisão corresponde a uma rotina de curto prazo que prescinde de avaliações sobre o nível e elasticidade da demanda e, principalmente avaliações sobre a elasticidade cruzada (todas informações externas à firma) (HALL; HITCH, 1939).

$$(2.4) K_{i,t} = \int_{T_i}^t K_i(t, t') dt'$$

A data de sucateamento T_{di} será encontrada por meio de uma regra de *payback* desejado. Definida tal data, o equipamento produzirá até alcançar T_{di} , momento no qual sairá da linha de produção e a cada momento do tempo uma quantidade S_i de capital será sucateada. O estoque de capital e a capacidade tecnológica se modificarão ao longo do tempo devido a adições do investimento bruto ($K_{i,t}$) e subtrações via sucateamento S_i , de forma que:

$$(2.5) \frac{\partial K_i}{\partial t} = N_i = K_i(t, t) - S_i$$

No qual N_i é a expansão líquida de estoque de capital.

O modelo considera a presença de duas trajetórias tecnológicas diferentes expressas como tecnologia 1 e 2, que representam a cada tempo t a máxima produtividade potencial que pode ser obtida em cada safra tecnológica. É assumido que as duas tecnologias evoluem a uma taxa exógena e que a tecnologia 2 é sempre superior em produtividade à tecnologia 1, mas as firmas só podem adquiri-la depois de um tempo t^* e sua obtenção depende dos níveis de aprendizado e de eficiência interna.

As firmas possuem inicialmente uma baixa eficiência no uso da tecnologia 2 e a evolução dessa eficiência não é conhecida a priori e dependerá da evolução da sua produtividade, que é uma função da aquisição dos bens de capital necessários e de certos níveis de experiência internos à firma.

$$(2.6) \frac{\partial h_i}{\partial t} = \alpha_5 \left[\frac{Y_i}{(CP_i + C)} \right] h_i (1 - h_i), \text{ se } h_i > h_p$$

Na qual h_i é o nível de habilidade ou capacitações internas da firma, Y_i é a produção corrente, CP_i é a produção acumulada com a nova tecnologia, C é uma constante diretamente proporcional ao estoque de capital definida exogenamente e α_5 é uma constante exógena. Ainda, h_p é o nível de habilidades geralmente disponível na indústria mesmo para aquelas firmas que não produzem na nova trajetória tecnológica 2; análogo à tecnologia de livre acesso. A depender da evolução das capacitações internas da firma, ela poderá alcançar a trajetória tecnológica 2 a partir do tempo t^* ; mas caso não consiga, permanecerá na trajetória tecnológica 1.

O incremento de habilidades internas da firma promove o incremento de capacidades da indústria em geral. Essa difusão tecnológica pode tomar a forma de trabalho qualificado movendo-se entre firmas, produtores de bens de capital difun-

dindo equipamentos, instituições educacionais, engenharia reversa e prestadores de serviços tecnológicos repassando técnicas, etc. Tal difusão é assim representada:

$$(2.7) \quad \frac{\partial h_p}{\partial t} = \alpha_6 \left(\sum_{i=1}^n f_i h_i - h_p \right)$$

As equações (2.6) e (2.7) correspondem a uma decisão estratégica importante para cada firma: uma opção é pelo custoso e arriscado pioneirismo tecnológico (inovação) e uma segunda opção é esperar os *spillovers* tecnológicos (difusão). A decisão da firma dependerá dos menores custos e dos ganhos com adequação de uma tecnologia conhecida face a face às vantagens arriscadas e exclusivas proporcionadas pelo pioneirismo inovador. O modelo SDO remete à relevância de modelar empresários inovadores e imitadores e o processo difusão, movimento que pode ser representado por uma “curva S”, quando da exaustão da fronteira de oportunidades tecnológicas.²⁴

4.3 Modelo de Possas et al. (2001)

Como afirmado pelos próprios autores, a estrutura do modelo busca a integração “na análise setorial tanto o esforço inovador em P&D [de NW] quanto o *learning by doing* [de SDO]” (POSSAS *et al.*, 2001, p. 337). No modelo, estão incorporadas contribuições das tradições keynesianas e kaleckianas ligadas ao princípio da demanda efetiva. Conjugadas, essas adequações buscam enquadrar os modelos evolucionários em um contexto mais macroeconômico, sinalizam uma ampliação do escopo de simulação e um possível modelo macroeconômico multissetorial.

O modelo de Possas *et al.* (PO) estabelece três blocos de equações: (i) determinação da produção, dos preços e dos lucros; (ii) procedimentos de busca tecnológica; e (iii) decisões de investimento e financiamento.

No primeiro bloco, pode-se destacar a distinção entre produção e vendas, em uma clara vertente da influência de Keynes e Kalecki. A decisão de produção é realizada com base na expectativa de vendas do produtor, da seguinte forma:

24. Usualmente a difusão tecnológica segue um formato de S. Inicialmente a difusão é lenta e torna-se mais rápida a partir da imitação e difusão. Depois, em uma fase de maturidade, as inovações se esgotam e a difusão e imitação reduzem progressivamente os diferenciais tecnológicos entre as firmas. Depois do período inicial com divergência econômica (assimetria), segue uma fase de convergência (simetria), mas em patamares tecnológicos mais elevados.

$$(3.1) x_{i,t}^* = x_{i,t}^e (1 + \alpha_1) - x_{i,t-1}^s$$

Em que $x_{i,t}^*$ é a decisão de produção no início do período t e responde às vendas esperadas $x_{i,t}^e$ e à manutenção de estoque $x_{i,t-1}^s$; α_1 ; é uma constante exógena. A produção não pode ultrapassar uma dada capacidade produtiva instalada $\bar{x}_{i,t}$, medida em unidades de produção. A previsão de demanda em t segue uma regra de expectativas extrapolativas a partir de um balizamento nas encomendas realizadas no período $t-1$ e de um ajuste do erro de previsão entre $t-1$ e $t-2$, sendo a ponderação para esses erros de previsão.

$$(3.2) x_{i,t}^e = e_{i,t-1} + \alpha_2(e_{i,t-1} - e_{i,t-2})$$

$$(3.3) e_{i,t} = s_{i,t}e_t$$

Segundo a equação 3.3, as encomendas efetivas são uma função da demanda total e da participação de mercado da empresa. Assim definido, o estoque será dado pela soma da produção do período com o estoque em $t-1$, menos as vendas realizadas em t .

$$(3.4) x_{i,t}^s = x_{i,t}^* + x_{i,t-1}^s - x_{i,t}$$

A participação de mercado da firma é uma função da sua participação de mercado recente ($t-1$) e de um índice de competitividade, conjugados em uma equação *replicator dynamic*, seguindo a especificação do modelo SDO:

$$(3.5) s_{i,t} = s_{i,t-1} \left[1 + \alpha_3 \left(\frac{E_{i,t}}{\bar{E}_t} - 1 \right) \right]$$

A participação de mercado $s_{i,t}$ define a quantidade vendida de cada firma no período t e depende da comparação da competitividade $E_{i,t}$ do empresário em relação à competitividade média da indústria (\bar{E}_t) no período t . Tal cálculo comparativo depende de informações disponibilizadas aos consumidores pelas firmas e corresponde a um ajuste não instantâneo na alocação de renda do consumidor (α_3). Por sua vez, a competitividade é também próxima à competitividade estabelecida no modelo SDO e depende do tempo de entrega das mercadorias e do preço praticado pela firma.

$$(3.6) E_{i,t} = \frac{1}{p_{i,t}^{\varepsilon_1} \cdot dd_{i,t}^{\varepsilon_2}}$$

Em que p é o preço da firma e dd é o atraso na entrega, e ε_1 e ε_2 são as elasticidades de competitividade da firma em relação ao preço e à entrega, respectivamente; sendo parâmetros estruturais da demanda, tem-se uma relação análoga com a convencional elasticidade da demanda. O preço e o prazo de entrega têm uma relação negativa com a competitividade. O atraso na entrega representa uma relação entre as encomendas efetivas e a produção programada com os estoques disponíveis.²⁵

O preço da firma i é uma função do preço desejado e da média dos preços de mercado, sendo estabelecido o *markup* desejado pelo empresário e ponderada a própria competitividade. Como atestam os autores, a equação de preços é a mesma utilizada por Kalecki e segue uma extensão da definição do princípio do custo total de Sylos-Labini em condições oligopolistas, em que é preciso considerar o preço dos demais concorrentes na formação do seu próprio preço.

$$(3.7) p_{i,t} = \theta p_{i,t}^d + (1 - \theta) \bar{p}_{t-1}$$

Em que $p_{i,t}^d$ é o preço desejado pela firma (dependente do seu *markup* desejado $p_{i,t}^d$ é o preço médio de mercado praticado em $t-1$, o que supõem implicitamente uma capacidade das firmas de observar os preços de concorrentes, mas de forma defasada.²⁶ Dividindo a equação 3.7 pelo custo unitário de produção $u_{i,t}$ temos a expressão de *markup* básica, sendo k_i o *markup*.

$$(3.8) k_i = \theta k_i^d + (1 - \theta) \frac{\bar{p}_{t-1}}{u_{i,t}}$$

O *markup* da firma é determinado por algum nível desejado de *markup* ponderado por diferenças entre o custo da firma e os preços médios de mercado defa-

25. Para uma variação desse modelo, ver texto de Melo, Possas e Dweck (2012), no qual os autores adicionam uma diferenciação de produtos na equação de demanda setorial. Optam, porém, por manter a modelagem original e não individualizar os consumidores e as condições individuais em que se estabelecem as trocas, o que requereria substancial mudança no modelo

26. É possível diferenciar as políticas de preços da firma introduzindo θ_i e mesmo adicionar processos de aprendizado, de adaptação da firma por meio da variável θ_{it} . O mesmo pode ser proposto para o comportamento do consumidor com a introdução de ε_{j1} e ε_{j2} , em que as elasticidades se tornam específicas a cada consumidor ou grupo de consumidor j .

sados. O ponderador θ corresponde ao poder de mercado ou ao posicionamento estratégico da firma. Caso $\theta \approx 1$, a firma tem pouca sensibilidade aos preços dos concorrentes, e quando $\theta \approx 0$, a firma tem uma política de preços muito sensível aos preços praticados por concorrentes, mas de forma defasada.²⁷

As decisões para investir são tomadas analisando uma previsão das vendas considerando a nova capacidade produtiva que entra em operação. Para determinar a produção necessária para cobrir a previsão de vendas, é observada a manutenção do estoque no nível desejado. Assim, o valor do investimento bruto em capital fixo será o acréscimo desejado à capacidade produtiva mais as necessidades de reposição, via depreciação.

$$(3.9) I_{i,t}^{*F} = p_{k,t}(\Delta \bar{x}_{i,t}^* + \bar{x}_{i,t}^\delta), \text{ sendo } I_{i,t}^{*F} \in F_{i,t}$$

Em que $\Delta \bar{x}_{i,t}^*$ é o aumento da capacidade produtiva, $\bar{x}_{i,t}^\delta$ a reposição via depreciação e $p_{k,t}$ é o preço dos bens de capital. O financiamento do investimento em capital fixo ($F_{i,t}$) é dado pela retenção de lucros e pela captação de recursos externos, respeitando um nível máximo de endividamento e já deduzidas as despesas financeiras (juros e amortização). Define-se, assim, um nível máximo para o investimento a partir da restrição financeira $F_{i,t}$.

A política de investimentos em capital fixo e modernização conjuntamente ao *learning by doing* e os investimentos em P&D determinam o aprimoramento tecnológico da firma. A firma possui um estoque de capital que é um *mix* de diferentes tecnologias, pois as máquinas são progressivamente incorporadas e têm diferentes produtividades, seguindo o modelo SDO.

Quanto ao *learning by doing*, a hipótese é que o processo proporciona economias de escala à firma via ajustamento com aprendizado. Ao possuir um equipamento mais produtivo, amplia-se a possibilidade de um elevado nível de utilização dos equipamentos, porém, tal processo ocorre com incorporação progressiva de diferentes safras de tecnologias. Quando a firma se encontra em determinado patamar tecnológico, o estoque de bens de capital não tem a produtividade das tecnologias mais avançadas e os lucros não permitem uma atualização instantânea da capacidade produtiva ou do estoque de capital. O processo de atualização tecnológica é incremental, limitado por um estoque de capital heterogêneo e por restrições financeiras.

27. Uma discussão relevante seria o poder de mercado individual das firmas. A inovação tecnológica certamente modifica o posicionamento de mercado de cada firma e sua interação com concorrentes, em particular as empresas líderes.

O investimento em P&D produz somente inovações de processo, sendo esta uma hipótese adequada no caso de uma indústria com produtos homogêneos. O setor industrial inova apenas pela introdução de novos equipamentos e o P&D foca na adequação desses equipamentos. O modo como se realizam imitações ou inovações em equipamentos segue a definição de aleatoriedade probabilística do modelo NW, mas depende do montante de gasto para essas atividades, como segue.

$$(3.10) F_G(g_i) = 0, \text{ se } g_i < 0$$

$$F_G(g_i) = 1 - \exp(-\delta g_i), \text{ c. c.}$$

Em que F_G é o montante de recursos financeiros para se obter inovação ou imitação, g_i é o gasto realizado pela firma e δ é o inverso do valor esperado de G . Se ocorrer $g_i > G$, uma variável aleatória de Bernoulli define se houve imitação ou inovação.

A definição de imitação e inovação segue também as especificações do modelo NW apresentado acima. Cabe destacar a hipótese de independência dos resultados inovativos, o que significa que o sucesso anterior não modifica sua probabilidade de sucesso atual (a não ser pelo aumento do lucro, que modifica sua quantidade de gastos em P&D, a variável g_i).

As rodadas de simulação de PO apontam resultados análogos aos obtidos em NW e SDO. Dentre outras características, há um processo seletivo com exclusão de firmas e uma correlação positiva entre a taxa de crescimento da produtividade e a concentração de mercado, o que sinaliza a dominância das empresas mais eficientes e inovadoras. Um padrão tecnológico dominante emerge com as grandes empresas inovadoras. E como os produtos são homogêneos, as firmas líderes de mercado têm os menores preços e maiores *markups*, o que sinaliza a transferência parcial de produtividade ao consumidor e um maior volume de investimentos das firmas mais eficientes.

5. NOTA SOBRE OS *HISTORY-FRIENDLY MODELS*

Os modelos evolucionários descritos acima apresentam uma visão geral dos processos concorrenciais e introduz um instrumento de modelagem avaliado como mais adequado, a MBA. Porém, muitas vezes, são observados casos em que é necessário incorporar aspectos setoriais específicos para ter um modelo relevante para análise. A variedade de características setoriais requer uma modelagem flexível e adaptada às circunstâncias institucionais e históricas (ORSENIGO, 2007).

Como destaca Garavaglia (2010), a observação das especificidades setoriais por meio de pesquisa empírica denota que aspectos são mais relevantes em determinados contextos, por exemplo, heterogeneidades, interações, racionalidades, *path dependences* e coevolução de alguma variável ou mesmo regulação econômica. Assim, têm-se padrões setoriais concorrenciais específicos.

Os *history-friendly models* (HF) são modelos que destacam essas especificidades setoriais. Inicialmente propostos em Malerba *et al.* (1999) em um estudo sobre a indústria de computadores, os HF são uma tentativa de elaboração de MBA em contextos históricos setoriais e particulares.

A formalização de modelos econômicos HF deve ser realizada com o máximo de informações empíricas. Os modelos HF devem partir de uma avaliação histórica capaz de detectar agentes, instituições, suas regras de tomada de decisão, choques e contextos definidos. A proposta da HF é reproduzir os principais fatos estilizados da organização de uma indústria em situações específicas. Orsenigo (2007) destaca três pontos para o estabelecimento de modelos HF:

1) Especificidade setorial deve ser considerada como importante aspecto para modelos teóricos e a formalização dos modelos econômicos deve ser precedida por literatura empírica do objeto de análise;

2) Teoria evolucionária formal pode ser de ajuda relevante nas pesquisas empíricas em economia;

3) Modelos com forte referência empírica têm um papel crucial no desenvolvimento de teorias gerais capazes de ter questões específicas em um referencial compacto, amplo e simples.

Assim, os modelos HF impõem forte disciplina empírica na composição da modelagem evolucionária, além de fornecer referência para parametrização. A averiguação e a constatação de fatos estilizados nos modelos teóricos formais - como, por exemplo, os apresentados nos tópicos 4.1 a 4.3 - devem ser seguidos de pesquisas específicas relacionadas ao objeto pretendido de explicação (YOON; LEE, 2009).

Os HF têm-se mostrado úteis na explicação da evolução industrial de diversos setores, tais como o próprio setor de computadores (MALERBA *et al.*, 1999) ou a indústria farmacêutica (MALERBA; ORSENIGO, 2002; GARAVAGLIA *et al.*, 2012), entre outros. Em contextos mais específicos, os modelos HF têm sido utilizados na análise setorial em certas regiões, como é o caso do modelo do mercado de peixes de Marselha, de Kirman e Vriend (2001), o modelo do Vale do Silício, de Zhang (2003) e o modelo do desenvolvimento do motor a vapor, de Frenken e Nuvolari (2004), ou ainda trabalhos como Fontana e Zirulia (2015), que exploram, em um modelo HF, a evolução histórica de uma grande empresa multimercado.

No Brasil, podem-se citar trabalhos como de Caliari, Ruiz e Valente (2018), que realizam um ensaio para a indústria farmacêutica, destacando a heteroge-

neidade da demanda e seus efeitos sobre os resultados de mercado das empresas com mudanças regulatórias dos medicamentos genéricos, e de Pereira (2015), que estuda o efeito da organização dos consumidores em redes sociais na dinâmica da competição entre produtores do mercado brasileiro de acesso à internet.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da MBA e dos modelos evolucionários tem sido potencializado pela variedade de instrumentos para simulação (softwares e computadores) e por uma melhor e mais diversa caracterização empírica da organização intraindustrial. As informações disponibilizadas de forma sistemática vão além de preços e quantidades setoriais médias e incluem variedades de qualidades de produtos, tecnologias de processo e de produto, finanças corporativas, contratos e um volume crescente de dados sobre o comportamento individual dos agentes (consumidores e firmas). Esse conjunto diverso e rico de informações é um incentivo à MBA, pois permite incorporar a diversidade de características dos agentes.

Apesar da versatilidade e flexibilidade da MBA, existem limitações metodológicas e desafios. O desenvolvimento da MBA vem ocorrendo em várias frentes por pesquisadores em diversas áreas de estudo, mas as ressalvas apontadas por Kreps (1990), ao discutir o modelo NW, são ainda pertinentes:

Esta se trata de uma nova forma de análise econômica, e certamente merece maior desenvolvimento para a construção de modelos, elaboração de simulações, realização de análises mais precisas e desenvolvimento de procedimentos para calibrar e submeter à prova os modelos. Certamente, os padrões de conduta desenvolvidos nestes modelos são mais realistas que os padrões neoclássicos (KREPS, 1990, p. 97, tradução nossa).

Farmer e Foley (2009) também discutem esses temas e sugerem que a MBA pode representar questões econômicas complexas considerando a diversidade de agentes e incorporando aprendizado. A MBA pode partir de fundamentos microeconômicos menos restritivos, o que ampliará a capacidade analítica dos economistas e de outros estudiosos em questões sociais. Contudo, ressaltam a necessidade de aprofundar em estudos empíricos relacionados às rotinas decisórias e comportamentos. Afirmam ser necessário definir regras comportamentais com alguma sustentação empírica e, então, realizar exaustivas simulações buscando identificar propriedades emergentes típicas do objeto econômico em análise. Considerando essa avaliação, pode-se dizer que a MBA se configura em um relevante instrumento para desenvolvimentos teóricos e de modelos com grande potencial para estudos aplicados em economia industrial e mesmo em outras áreas de conhecimento.

Ecoinovação e sustentabilidade: o papel das políticas públicas

Rosa Lívia Montenegro
Flávia Pereira Carvalho

INTRODUÇÃO

O reconhecimento das ameaças ambientais, em escala global, ganhou repercussão nas discussões internacionais a partir da segunda metade do século 20. A consciência aumentou a partir da observação científica sobre as modificações que os avanços tecnológicos acarretaram no patrimônio ambiental mundial. Os riscos ambientais são associados às estruturas produtivas modernas, em virtude de um desenvolvimento tecnológico economicamente virtuoso, mas ambientalmente degradante.

Em novembro de 2014, duas das maiores potências mundiais, responsáveis por cerca de 45% da produção de gases de efeito estufa, anunciaram metas de redução de emissão de gases poluentes no planeta. Os países em questão, Estados Unidos e China, assinaram um acordo que pode ser considerado um grande passo no compromisso das duas grandes economias mundiais no desenvolvimento e fomento de tecnologias limpas (BBC, 2014). Dois pontos que se destacaram no acordo foi o compromisso chinês em elevar a participação de energia limpa como fonte energética e o compromisso americano em reduzir o ritmo de emissões a partir de 2020 (BBC, 2014).

A busca por um padrão de desenvolvimento que seja reprodutível para as próximas gerações tornou-se tema de investigação de economistas do mundo todo. As constatações questionam os modelos utilitários da economia, que assumem, como premissa, que os recursos naturais são inesgotáveis. Os riscos ambientais destacam a importância de conceber que o progresso técnico não deve ser visto como dominação ou subjugação dos recursos naturais: esses não são exógenos às atividades humanas (COHEN, 1997).

O efeito da tecnologia sobre a natureza levanta questionamentos sobre a perpetuação dos padrões atuais de prosperidade, ou mesmo a melhoria deles, no futuro. A busca por uma maior harmonia entre as atividades produtivas, o comportamento social e os recursos naturais requer uma grande mudança nos paradigmas de produção, consumo e descarte (CLARK; CRUTZEN; SCHELLNHUBER, 2005). Paradigmas são, contudo, dificilmente modificados, demandando esforço contínuo de todos os agentes da economia para gerar produtos, processos, serviços, tecnologias e modelos de negócios que sejam ambientalmente mais responsáveis.

A necessidade de estratégias em prol do meio ambiente vem motivando governos a desenvolver e a implementar políticas de transição do paradigma industrial da economia tradicional para um modelo pautado pelos princípios do desenvolvimento sustentável. Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), o desenvolvimento sustentável satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas necessidades. Paralelamente, o conceito de inovação sustentável se refere à fusão entre os termos e pode ser entendida como a que cria valor agregado sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

A problemática ambiental é um fator relativamente novo na área de inovação, e pode exercer importante influência, na medida em que direciona soluções benéficas tanto do ponto de vista da qualidade ambiental quanto do desenvolvimento tecnológico.

O objetivo do presente capítulo é apresentar um panorama das discussões sobre eco inovações, a partir dos autores mais presentes neste debate. Partindo da discussão teórica pautada na abordagem evolucionária, o capítulo pretende apresentar a importância do papel do Estado na viabilização de políticas públicas em prol do desenvolvimento de tecnologias ambientais. Cabe ressaltar que a discussão sobre inovações ambientais ainda é incipiente, especialmente quando envolve políticas de promoção de tecnologias ambientais para os países em desenvolvimento. Desse modo, o capítulo pretende introduzir teorias e conceitos de um tema ainda em evolução, e propor formas de analisá-lo a fim de contribuir para seu avanço e desenvolvimento.

O capítulo está estruturado em 3 seções, além dessa introdução e das considerações finais. A seção 1 exibe um panorama sobre os determinantes ambientais e a definição de eco inovação. As seções 2 e 3 retratam os esforços tecnológicos e a importância da relação entre os sistemas nacionais de inovação. Além disso, apresentam um panorama sobre as políticas que fomentam a produção de tecnologias ambientais, destacando algumas disparidades entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento. Por fim, estão as considerações finais incluindo a sugestão de questões que merecem ser mais profundamente analisadas em estudos futuros.

1. ECOINOVAÇÕES: DEFINIÇÃO E SEUS DETERMINANTES

O debate quanto aos conceitos e resultados/impactos ambientais são elementos-chave para a construção de uma definição mais precisa da eco inovação/ inovação ambiental (SCHIEDERIG; TIETZE; HERSTATT, 2012). A ideia implícita é a de que as empresas fornecem o espaço para o princípio da inovação ambiental. A proposta deste item é desmembrar, em termos conceituais, as definições mais utilizadas e as que parecem ser mais desenvolvidas no âmbito da literatura da área.

Na inovação reside a esperança de que a humanidade seja capaz de lidar com os desafios ambientais que ela mesma vem criando, visando a uma relação mais harmônica das atividades produtivas com o meio ambiente. Rockström *et al.* (2009) destacam que a humanidade já transgrediu três limites do planeta: as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade e o ciclo do nitrogênio. Soluções para as ameaças ecossistêmicas demandam novos padrões de relacionamento entre a sociedade e a natureza, e sinalizam a importância de novos paradigmas de produção, consumo e descarte.

Os desafios impostos pelos limites ambientais podem também ser vistos como oportunidades para auferir vantagens competitivas por meio da geração de inovações (COHEN, 2006). Estas situações “ganha-ganha” - em termos econômicos e ambientais - têm sido apresentadas como importantes estímulos para a transição rumo a modelos de produção economicamente mais rentáveis e ambientalmente mais responsáveis.

Hart (1997) destacou as oportunidades que as empresas possuem de gerar inovações e cristalizar uma trajetória de crescimento por meio da internalização de preocupações ambientais. Porter e Linde (1995) postularam (e confirmaram) a hipótese na qual as regulações ambientais geram eficiência e aumentam a propensão a gerar inovações. Outros trabalhos corroboraram a observação sobre a importância das regulações ambientais para as eco inovações em contextos específicos, tais como as empresas na Alemanha (HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2014) e na Inglaterra (DEMIREL; KESIDOU, 2011). Tanto na abordagem empresarial de Hart (1997) como na de políticas públicas de Porter e Linde (1995), Horbach, Rammer e Rennings (2014) e Demirel e Kesidou (2011) - fica nítido que as preocupações ambientais não devem ser vistas apenas como restrições à atividade econômica, mas como oportunidades para diferenciação competitiva.

De forma similar, autores da teoria autodenominada *ecological modernization* questionaram os *trade-offs* entre a atividade econômica e os danos ambientais. Inicialmente proposta por Huber, esta teoria descreve estratégias que visam corrigir danos ambientais associados às práticas contemporâneas (COHEN, 1997). Encora-

jar estratégias governamentais flexíveis e precaucionárias estimularia a geração de inovações ambientais e melhorias contínuas em direção a trajetórias tecnológicas ambientalmente mais responsáveis. Essas novas trajetórias tecnológicas devem ser alcançadas por meio de inovações que fortaleçam o desempenho ambiental dos processos industriais. A modernidade, portanto, caracterizaria o momento no qual a superindustrialização seria organizada e fomentada pela sofisticação de tecnologias ambientais (COHEN, 2006).

Influenciados pelo otimismo sobre o papel das inovações para o equilíbrio ambiental, vários estudos surgiram na década de 2000 visando ao entendimento sobre os determinantes dos processos e dos resultados das inovações que melhoram o desempenho ambiental. Essas são usualmente rotuladas como ecoinovações e podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Eco inovação é a produção ou assimilação de um produto, processo, serviço ou método de gestão que seja novo para a organização e que resulte, ao longo de seu ciclo de vida, em redução do risco ambiental, poluição ou outro impacto negativo no uso dos recursos, se comparado às alternativas relevantes (KEMP; PEARSON, 2007, p. 7).

Os ganhos associados às ecoinovações se referem não apenas aos benefícios ambientais resultantes (eficiência energética, redução no consumo de água, redução de emissões, etc.), mas também em termos de seu desempenho econômico para a empresa (maior receita, ganho de *market share*, melhora de imagem e reputação, etc.). As inovações ambientais também podem ser enquadradas como radicais ou incrementais, em virtude da intensidade do impacto que geram. As radicais rompem com as alternativas tradicionais, enquanto as incrementais adicionam melhorias às que já existem.

Além do impacto que geram, as ecoinovações podem se enquadrar em diferentes categorias de acordo com a natureza das novidades que estão sendo inseridas (Quadro 1):

Quadro 1 – Taxonomia de ecoinovações

Categoria da Inovação	Exemplos
1 - Tecnologia ambiental	Tecnologia para controle de poluição Tecnologias limpas Energias alternativas
2 - Inovação organizacional	Esquemas de prevenção de poluição Gestão ambiental Gestão da cadeia de valor
3 - Inovação de produtos e serviços	Produtos ecologicamente benéficos Serviços ecológicos e/ou menos intensivos em recursos ambientais
4 - Inovações ambientais do sistema	Sistemas alternativos e benéficos para consumo e produção

Fonte: Adaptado de Kemp e Foxon (2007).

A primeira categoria cobre as tecnologias ambientais que podem ser corretivas dos impactos de alguma operação ou tecnologia da empresa (*end-of-pipe*), ou podem ser alternativas mais limpas do que as tecnologias convencionais. A segunda categoria se refere aos métodos de gestão da organização, tais como estratégias para produção, processos operacionais, auditorias internas, treinamentos de equipe, assim como toda infraestrutura e logística para redução de impactos ambientais (KEMP; FOXON, 2007).

A categoria subsequente agrega produtos e serviços ambientalmente benéficos, incluindo certificações verdes e produtos biodegradáveis, consultorias ambientais e outros. Já a última categoria da tabela cobre as inovações que envolvem uma vasta gama de mudanças na produção, no conhecimento, na organização, na infraestrutura e nas instituições, assim como as mudanças nos comportamentos dos consumidores: sistemas de produção e consumo com resultados ambientais melhores do que os existentes. Um exemplo seria a agricultura orgânica que dispense pesticidas, ou sistemas de energia renovável (KEMP; FOXON, 2007). Essas inovações são altamente impactantes por gerarem efeitos em cadeia, atingindo um grande número de atores e reverberando em vários setores de atividade econômica.

No que tange aos determinantes das eco inovações, a literatura existente destaca quatro fatores (BELIN; JENS; OLTRA, 2011; HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2014): regulações, fatores mercadológicos, aspectos internos às empresas, e preocupações ambientais formalizadas nas estratégias e/ou disseminadas entre os colaboradores da empresa. No Quadro 2 são apresentados alguns exemplos desses determinantes.

Quadro 2 – Determinantes das eco inovações

Determinantes de Eco inovações	Exemplos
1 - Regulações	Implementação de políticas ambientais Antecipação de regulações ambientais
2 - Tecnologia e fatores internos às empresas	Economias de custo Melhor produtividade Inovação em sistemas de gestão organizacional Atividades de P&D Networks, cooperação
3 - Fatores mercadológicos	Crescente preocupação dos consumidores com questões ambientais Expectativa de crescimento da participação em novos segmentos de mercado
4 - Preocupações ambientais	Preocupações ambientais nas estratégias e na cultura organizacional

Fonte: Adaptada de Belin, Jens e Oltra (2011) e Horbach, Rammer e Rennings (2014).

As regulações ambientais descritas se referem às formas que o governo pode induzir as empresas a internalizar as externalidades criadas pelas suas atividades, podendo ser vistas como restrições ou incentivos às empresas em direção à adoção de comportamentos desejáveis. Enquanto vistas como restrições à atividade econômica, as regulações ambientais são frequentemente interpretadas como entraves para o desempenho industrial, com impactos desde a extração de matérias-primas até a comercialização dos produtos beneficiados, assim como empecilhos para o desenvolvimento nacional, posto que as indústrias tenderiam a mover suas instalações para regiões com regulações ambientais mais flexíveis. Contudo, conforme salientado anteriormente, Porter e Linde (1995) destacaram uma perspectiva diferenciada, na qual as regulações induzem as empresas a inovar e os resultados das inovações impactam positivamente na eficiência, na produtividade e no uso de seus recursos. Regulações podem, portanto, melhorar a rentabilidade e gerar diferenciação competitiva (PORTER; LINDE; 1995; BERNAUER *et al.*, 2006; BELIN; JENS; OLTRA, 2011).

A segunda categoria destaca os fatores mercadológicos, ou seja, as pressões que as empresas enfrentam dos consumidores (atuais ou em potencial) e mesmo dos seus competidores. Consumidores estão cada vez mais conscientes e informados das ameaças ambientais e, em decorrência, demandam maiores mudanças no posicionamento ambiental das empresas. Existem, portanto, várias oportunidades para criar novos produtos e serviços que supram melhor essas demandas do mercado, além de emular novas preferências nos consumidores em virtude de suas escolhas por produtos ambientalmente mais responsáveis (ASSADOURIAN; PRUGH, 2013).

Os fatores internos da empresa, por outro lado, incluem as capacidades tecnológicas e inovativas, as estratégias, as competências básicas, assim como a busca por maior produtividade, ecoeficiência e benefícios de redução de custos (BERNAUER *et al.*, 2006). Já as motivações puramente ambientais são ancoradas em valores éticos que venham a induzir as empresas a fazer a coisa certa, independentemente de regulações ou pressões externas. Quando a empresa é motivada a incluir estratégias ambientais no seu processo produtivo, ela implanta estratégias semelhantes em seus valores gerenciais, e é encorajada a adotar um papel mais atuante ambientalmente (BANSAL; ROTH, 2000).

Finalmente, é importante destacar que os estudos sobre eco inovação priorizam o resultado sobre a motivação da empresa para inovar. A intencionalidade ou não da eco inovação é questão ainda pouco discutida pela literatura atual, mas vem ganhando volume e relevância nos últimos anos. Aprender sobre os determinantes das eco inovações é, portanto, central para que elas possam ser sistematicamente estimuladas.

2. POLÍTICAS ENCORAJADORAS DAS ECOINOVAÇÕES

Os esforços quanto à mudança em direção a um novo paradigma tecnoambiental são bastante divergentes e variam em relação, principalmente, aos seus objetivos políticos e às prioridades quanto a outras pautas governamentais. No caso de uma revolução industrial verde,¹ é necessária a participação de um Estado mais ativo que assuma a grande incerteza dos estágios iniciais dos investimentos. Em outras palavras, os governos precisam manter o financiamento da pesquisa por ideias radicais que levem à revolução industrial verde (MAZZUCATO, 2014).

Na verdade, a questão das mudanças nos paradigmas tecnológicos que envolvem objetivos de desenvolvimento das tecnologias ambientais precisa de urgência na aquisição de prioridades nas agendas das agências governamentais, dos ministérios de ciência e tecnologia e de instituições importantes na formulação de políticas (FREEMAN; SOETE, 2008). Nesse sentido, os quadros institucionais e organizacionais, os processos de aprendizagem cumulativa entre usuários e produtores, e a importância das características espaciais e tecnológicas são considerados como elementos indispensáveis na busca por novas soluções e inovações. Entretanto, grande parte das pesquisas tem se concentrado mais nas consequências econômicas da inovação do que necessariamente nos impactos ambientais (WEBER; HEMMELSKAMP, 2005).

As adoções de novos regimes tecnológicos radicais precisam de implicações políticas cujo objetivo seria o de encorajar os regimes mais incipientes, principalmente os relacionados aos países em desenvolvimento, diminuindo os custos e reduzindo barreiras. Entretanto, a inovação e adoção de novos regimes tecnológicos radicais não são possíveis sem o comprometimento de atores e agentes, e sem a criação e manutenção de um ambiente favorável tanto econômico quanto institucional, logo a importância do SNI e de suas interações. No âmbito da discussão sobre o papel das políticas públicas e das regulamentações como mecanismos de fomento às tecnologias ambientais, os próximos itens trazem reflexões importantes sobre os desempenhos de alguns mecanismos internacionais e incentivos ao desenvolvimento de tecnologias ambientais em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

É reconhecido o papel dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) no sentido

1. É a transição do atual sistema industrial global para um ambientalmente sustentável, exigindo uma transição energética que priorize tecnologias de energia limpa não poluentes (MAZZUCATO, 2014).

de fortalecer e estimular tanto a introdução de novos produtos e processos, como para o bom funcionamento das interações entre instituições de pesquisa e organizações (ver Capítulos 13 e 14). Da mesma forma, conciliar os objetivos dos SNIs com as transições tecnológicas ambientais não é trivial, sendo difícil distinguir e quantificar os resultados (desempenhos) ambientais (BERKHOUT, 2005). Além disso, os novos processos tecnológicos relacionados às tecnologias ambientais são etapas que devem ser inseridas dentro do sistema produtivo ao longo do tempo, sendo necessários pequenos ajustes e adaptações. Ainda que sejam mudanças incrementais devem ser feitas no processo industrial, no qual a longo prazo, possuem uma significativa influência no desempenho de suas atividades relacionadas à indústria.

Em relação às mudanças dos regimes tecnológicos há dois tipos de transições. A primeira refere-se a grande parte das tecnologias ambientais que são induzidas por pressões políticas, é o que se pode chamar de “microtransição”, entre tecnologias *end-of-pipe* e tecnologias limpas. Já a segunda transição refere-se ao que pode ser chamada de “macrotransição”, ou seja, de uma trajetória tecnológica setorial para outra (BERKHOUT, 2005). É oportuno ressaltar que em alguns setores as pressões e as oportunidades para a implementação de tecnologias ambientais serão mais fortes em relação a outras, em distintos processos. Existem poucas evidências empíricas a respeito da microtransição, da mesma forma, a mudança tecnológica está fortemente relacionada ao desempenho setorial² no qual é necessário entender como a dinâmica tecnológica e ambiental se inter-relacionam.

Cabe aqui ressaltar que as incertezas referentes aos cenários de futuras alternativas tecnológicas são semelhantes às incertezas como qualquer outra tecnologia nova e desconhecida. Do mesmo modo, a definição de uma trajetória é uma questão complexa na qual compreende-se quais os riscos e as circunstâncias envolvidas nas novas estratégias, ainda que os resultados sejam imprevisíveis. Nesse ponto, as políticas de ciência e tecnologia (C&T) associadas às novas mudanças tecnológicas devem integrar aspectos que estejam relacionados à integração de âmbito social. Em outras palavras, reconhecer a importância das condições econômicas, assim como a do aspecto social, é uma condição necessária e abre possibilidades para um maior debate e ajuda na construção de uma estrutura tecnológica muito mais consolidada e inerente às inovações ambientais.

2. No trabalho realizado por Berkhout (2005) foi realizado um estudo comparativo entre os setores de papel e plástico, no qual procurou-se identificar possíveis mudanças nos regimes tecnológicos, comparativamente ao resultado do desempenho ambiental de ambos os setores como resposta às pressões ambientais.

Desta forma, alguns objetivos também podem estar relacionados à mudança tecnológica pretendida incluindo o fator social, como a utilização de menos energia e insumos por unidade de produção, transportes, o que envolveria grande aumento na produtividade desses recursos; aumento na proporção de fontes renováveis de energia; máxima utilização da reciclagem e reaproveitamento dos resíduos, quando possível (PEREZ, 2014). Esses aspectos supracitados e a interação mais ampla com a sociedade desencadeariam um ambiente propício para que a mudança tecnológica fosse, em primeiro lugar, adaptada para em seguida proporcionar o progresso tecnológico mais intensificado.

2.1 Mudanças climáticas e incentivos à adoção de eco inovações: uma breve discussão sobre os principais acordos internacionais

Enquanto as características e a elaboração das políticas internas parecem influenciar e direcionar o desenvolvimento tecnológico ambiental, o quadro político internacional também desempenha um importante papel. Há um consenso científico internacional claro de que as mudanças climáticas globais são uma consequência da atividade humana. Da mesma forma, as implicações e as consequências dessa atividade com relação às mudanças climáticas ainda permanecem incertas. Na verdade, tanto as opiniões científicas quanto os limites da poluição global são imprevisíveis, mas certamente, as rápidas mudanças climáticas trarão efeitos inerentes à vida humana.

Por outro lado, uma série de acordos e tratados ambientais multilaterais incentivam o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias (HAŠČIČ; JOHNSTONE; TRIGUI, 2011) com o objetivo de mitigação dos impactos ambientais. É evidente que no caso das tecnologias ambientais o papel da regulamentação é particularmente importante,³ seja por meio dos instrumentos baseados no mercado (por exemplo, com os impostos, licenças de permissão) ou por regulação

3. A respeito dessa temática sobre os instrumentos políticos que têm sido implementados para reduzir as emissões de gases poluentes, Bergek e Berggren (2014) pesquisaram sobre o impacto na inovação referente ao uso de instrumentos regulatórios nos dois setores mais poluentes (o de energia e o automotivo). A conclusão foi de que políticas regulatórias realizam um papel-chave para o desenvolvimento e a difusão da inovação em ambos os setores estudados. Ademais, destaca-se o papel dos instrumentos políticos (como taxas sobre o CO₂ e sistemas de cotas de emissão de CO₂) que fomentam o desenvolvimento de tecnologias específicas e no apoio de inovações radicais nesse segmento. Na verdade, o que se conclui é que os incentivos às inovações a partir do mecanismo de preços, teria de modo geral, um desempenho melhor do que as políticas de comando e controle (BERGEK; BERGGREN, 2014); KEMP; PONTOGLIO, 2011).

direta (padrões de desempenho, certificados ambientais, etc.), para induzir a inovação ambiental.

Em especial, o tema a respeito das regulações e incentivos em prol do desenvolvimento das tecnologias ambientais é um assunto bastante explorado na literatura, principalmente quando se trata de estudos empíricos das variáveis relacionadas aos aspectos da regulação. Como consequência, a maioria desses estudos ratificam a importância dos acordos ambientais quanto aos efeitos indutores (*drivers*) das inovações ambientais e trazem consigo o apoio ao desenvolvimento sustentável, encorajando também a rápida difusão de tecnologias benéficas ao meio ambiente.

A nível global, é oportuno ressaltar que existem diversos outros tipos de convenções e tratados importantes,⁴ a respeito das metas e do conteúdo direcionado à mitigação dos impactos ambientais. O presente item tratará apenas de quatro acordos internacionais, os quais abrangem diversos países tanto desenvolvidos quanto os em desenvolvimento. Os tratados reportados aqui, em relação às suas preocupações quanto às mudanças climáticas, são: 1) Protocolo de Montreal (1987, alterado em 1990, 1991 e 1992), defendia a eliminação dos clorofluorcarbonos (CFCs) e halocarbonetos; 2) Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas (1992): evita intervenções humanas perigosas no clima global; 3) Protocolo de Kyoto (1997): reduções de emissões de gases poluentes (de pelo menos 5%) por uma série de países; 4) Acordo de Paris (2015): medidas de redução de emissão de gases estufa a partir de 2020.

Quanto ao Protocolo de Montreal, adotado em 1987, este seria o único acordo ambiental multilateral no qual sua adoção é universal, em outras palavras, todos os 197 países do mundo assumiram o compromisso de proteger a camada de ozônio (BRASIL, 2014). Ele estabelece etapas e cronogramas para que os países se ajustem para diminuir a produção e o consumo de CFCs, halocarbonetos e outras substâncias,⁵ com cronogramas diferentes em relação aos países desenvolvidos e em desenvolvimento (RAYNOLDS; BRAMLEY; BOUSTIE, 2002). Da mesma forma, o Protocolo de Montreal proíbe a importação de produtos que destroem o ozônio e “desincentiva” a exportação de tecnologias utilizadas na produção e

4. Podemos citar entre os exemplos, a Convenção de Viena (1985), o Protocolo de Helsinki (1985), o Protocolo de Sofia (1988), o Protocolo de Oslo (1994), o Protocolo de Gothenburg (1999), entre outros Protocolos específicos à sua finalidade e território.

5. As outras substâncias químicas descritas pelo Protocolo como sendo danosas à camada de ozônio são: os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs); halons; brometo de metila, tetracloreto de carbono (CTC); metilclorofórmio; hidrobromofluorcarbonos (HBFCs).

que usam substâncias que destroem a camada de ozônio.

Além disso, o Protocolo contribuiu para que houvesse uma queda significativa na produção global total e no consumo de substâncias danosas à camada de ozônio, utilizadas principalmente nos setores agrícola e industriais (WORLD BANK, 2013). Grandes contribuições e estímulos a novas descobertas científicas e tecnológicas foram sendo gradativamente incorporadas ao Protocolo ao longo do tempo. Desde o ano de 2010, a agenda do Protocolo centralizou-se na eliminação do hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), uma substância que empobrece a camada de ozônio, utilizado principalmente nas aplicações de refrigeração e na fabricação de produtos aerossóis (WORLD BANK, 2013). As vantagens, sobretudo, englobam outras questões além da mitigação dos impactos ambientais. Os ganhos são conseguidos pelo desenvolvimento de substância a fim de contribuir com baixo ou risco zero de influenciar o aquecimento global, além das melhorias na eficiência energética e do desenvolvimento de tecnologias ambientais.

Em relação à Convenção-Quadro das Nações Unidas, no qual o termo em inglês descreve-se como *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), deixa claro que os países desenvolvidos devem dar o suporte necessário quanto aos esforços dos países em desenvolvimento em mitigar as emissões de gases do efeito estufa (CORFEE-MORLOT; GUAY; LARSEN, 2009). Na verdade, reconhece-se que para a compreensão e a resolução mais eficaz dos problemas das mudanças climáticas, é necessário também o entendimento dos diversos pontos de vista, a partir das esferas ambiental, social e econômica, e principalmente, na descoberta de novos domínios à luz dos contextos científicos, técnicos e econômicos (NAÇÕES UNIDAS, 1992).

O principal objetivo da Convenção é de, pelo menos, estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, para que assim se evite uma interferência causada pela ação do homem no clima global. Da mesma forma, segundo a Convenção, a estabilização da emissão de gases permitirá uma adaptação natural dos ecossistemas às mudanças climáticas, garantindo assim que a produção de alimentos não se torne mais escassa, possibilitando um desenvolvimento econômico de forma sustentável (NAÇÕES UNIDAS, 1992).

Para isso, a Convenção reconhece que deve haver o comprometimento e a necessidade de se modificar o comportamento atual das sociedades, ainda mais que toda a base produtiva e econômica atual é derivada das atividades (industriais e de transportes) que emitem gases de efeito estufa. Na verdade, a partir da estrutura e do conteúdo da Convenção é possível perceber que grande parte dos pontos destacados exigirá um grande esforço por parte dos países desenvolvidos. Desse

modo, é necessário que os países saibam dividir e estabelecer entre si as responsabilidades e as ações que visem minimizar as emissões de gases poluentes.

Quanto ao protocolo de Kyoto, o acordo significa um importante passo em direção à redução de emissões de gases poluentes e contribui para que os países possam cumprir suas metas diferenciadas de emissão (NAÇÕES UNIDAS, 2014). O Protocolo, criado em 1997 e iniciado em 2005, é um acordo internacional relacionado à UNFCCC, em que determinados países,⁶ principalmente os mais industrializados, devem executar suas metas nacionais de redução de emissões de gases.

Para isso, o protocolo de Kyoto estabelece três procedimentos que viabilizariam o cumprimento dos objetivos dos países envolvidos no acordo, como: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); Implementação Conjunta e Comércio Internacional de Emissões (também conhecido como “mercado de carbono”). Em resumo, o MDL viabiliza que um país com redução (ou comprometimento) em limitar as emissões de gases poluentes implemente projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento.

O mecanismo descrito acima pode ser considerado como pioneiro em investimentos ambientais globais à medida que se flexibiliza a compensação de suas emissões e se apoiam projetos de energia renovável nos países em desenvolvimento (NAÇÕES UNIDAS, 2014). Quanto à implementação conjunta, estabelecido no artigo 6º do Protocolo, permite que uma nação que se comprometa em reduzir ou limitar suas emissões, adquira uma unidade de crédito⁷ de emissões a partir de projetos de diminuição de emissões nos países que fazem parte do Acordo (NAÇÕES UNIDAS, 2014). Em relação ao mercado de carbono, ou comércio de emissões, é permitido que países com excedentes de créditos de emissão, não utilizadas, possam vendê-las para os países que não conseguem cumprir suas cotas de emissão, ou seja, os mais poluidores, permitindo assim a geração de nova e negociável commodity (NAÇÕES UNIDAS, 2014).

Em suma, os três instrumentos utilizados pelo Protocolo de Kyoto têm por objetivo fomentar investimentos em prol de um crescimento sustentável, além de mitigar e ajudar os países a cumprirem suas metas de emissões de gases de uma maneira vantajosa. Na verdade, o acordo também busca ao mesmo tempo

6. Consulta sobre os países que assinaram e ratificaram seu compromisso de metas de emissão no Protocolo de Kyoto está disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items. Acesso em: 12 jul. 2014.

7. Cada unidade de crédito equivale a uma tonelada de carbono.

incentivar, premiar e contribuir para o progresso e desenvolvimento de tecnologias ambientais. Não obstante, deve-se considerar também que, a longo prazo, a manutenção das emissões concentradas na atmosfera e o desenvolvimento de políticas que induzam as mudanças tecnológicas ambientais representam dois grandes obstáculos aos países.

Outro fator que inviabiliza e dificulta que o acordo global seja efetivamente realizado é que um dos maiores países emissores de gases, os Estados Unidos, nunca ratificaram o Protocolo de Kyoto. Além disso, na Rodada de Doha realizada em 2012, Canadá, Japão, Rússia e Nova Zelândia recusaram-se a assinar o acordo de Kyoto. As implicações para a não colaboração de determinados países em reduzir as emissões de gases poluentes podem ser desastrosas ao longo prazo, principalmente pelo incentivo que o acordo oferece à criação de projetos ambientais e à adoção de tecnologias limpas. Ademais, o estímulo dado às inovações ambientais pelo Protocolo de Kyoto coincidiu com o aumento do patenteamento de tecnologias ambientais nos países que fazem parte do acordo (HAŠČIČ; JOHNSTONE; TRIGUI, 2011; DECHEZLEPRÊTRE *et al.*, 2011).

Por fim, o acordo ambiental mais atual, o Acordo de Paris, negociado na cidade de mesmo nome, durante a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, e aprovado em 2015, estabelece que:

[...] dos compromissos de mitigação das Partes em termos de emissões anuais globais de gases de efeito estufa até 2020 e as trajetórias das emissões agregadas consistentes com manter o aumento da temperatura média global a menos de 2° acima dos níveis industriais e promover esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais (NAÇÕES UNIDAS, 2015, p. 2).

Nesse acordo, foi possível contemplar quase todos os países⁸ do mundo em uma grande coalizão voltada às mudanças climáticas. Contudo, um dos problemas para a viabilização do acordo de forma mais ampla foi a ausência dos Estados Unidos, que contribuem com cerca de 15% das emissões globais de carbono. Por outro lado, a China vem adquirindo protagonismo no Acordo de Paris, e comprometendo-se na adaptação às mudanças climáticas e na adoção de energias renováveis (ENGELS, 2018).

No entanto, é provável que os acordos e os tratados para reduzir as emissões de gases do efeito estufa sejam mais bem sucedidos caso, além do estabelecimento das metas e limites estabelecidos, forem determinados incentivos e recursos para a inovação em setores específicos de cada país, garantindo a competitividade empresarial e nacional. É válido destacar que os custos de cumprimento

8. O acordo climático teve o consenso de 195 países (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

das metas de desempenho ambiental são, algumas vezes, superestimados porque as avaliações não conseguiram explicar o efetivo impacto positivo da inovação (RAYNOLDS; BRAMLEY; BOUSTIE, 2002).

2.2 Análise empírica das políticas tecnológicas ambientais adotadas pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento

As pesquisas empíricas na área de inovação ambiental nos fornecem um panorama bastante amplo sobre determinantes e instrumentos que fomentam a geração de inovações e o desenvolvimento de tecnologias ambientais (SOLTMAN; STUCKI; WOERTER, 2013). O tema sobre inovações ambientais vem ganhando destaque, assim como o reconhecimento internacional acerca dos impactos ambientais em escala global.

Ainda que seja um processo lento e gradual, os *policy makers* e as grandes empresas estão conscientes dos benefícios potenciais de firmas voltadas às tecnologias limpas, e também acreditam que a inovação ambiental seja uma fonte de crescimento e renda. Não obstante, para as empresas que pretendem intensificar seu processo produtivo e consolidar seus investimentos em tecnologias limpas, será exigido muito mais que capital e apoio político para o seu desenvolvimento. As exigências para essas firmas estarão focalizadas na construção de relações com parceiros, sejam eles fornecedores de insumos ou outras empresas do ramo, locais e internacionais.

A seguir, serão expostos uma síntese das experiências de algumas nações, principalmente quanto ao seu perfil e capacidade tecnológica ambiental.

2.2.1 Atividades tecnológicas ambientais dos países desenvolvidos

A justificativa para o estudo referente às políticas e à análise relacionada às inovações ambientais seria a conciliação entre o fomento de tecnologias ambientais que pudessem garantir a mitigação de impactos ambientais, maior economia e eficiência energética, melhor qualidade de vida à população paralelamente ao crescimento econômico dos países. Com o aumento da preocupação quanto aos problemas ambientais enfrentados em todo o mundo, o padrão de desenvolvimento econômico observado no século XX enfrenta obstáculos difíceis de serem ultrapassados. Um deles seria o fato de que uma difusão tecnológica ambiental atrelada a um novo padrão de mudança institucional que não seria possível de se realizar a curto prazo (FREEMAN, 2002). No entanto, estudos e pesquisas nessa direção possibilitam entender e absorver melhor as mudanças relevantes a níveis tecnológico, institucional e em relação ao comportamento dos agentes no mercado (BERKHOUT, 2005).

O rápido desenvolvimento econômico, após a Segunda Guerra Mundial, possibilitou que os países ricos obtivessem um crescimento mais acelerado. Nesse cenário, a poluição emitida por esses países é bem significativa e exige, dessa forma, mudanças em suas políticas industriais. Os países desenvolvidos, em geral, têm investido em tecnologias que visam a mitigação dos impactos ambientais, no qual evidências sugerem uma forte associação entre os gastos em redução da poluição e o patenteamento das tecnologias ambientais nos países desenvolvidos (LANJOUW; MODY, 1996).

Entretanto, o fato de que esforços em prol do meio ambiente estejam sendo realizados não exime os países desenvolvidos de cooperar, manter e cumprir com os acordos ambientais. Do mesmo modo, há um conflito em que os países em desenvolvimento não estão predispostos a subsidiar os investimentos em tecnologias ambientais em decorrência da maior poluição entre os países desenvolvidos. Da mesma maneira, as grandes empresas dos países mais economicamente desenvolvidos são relutantes em diminuir seu ritmo de crescimento (DECHEZLEPRÊTRE *et al.*, 2011).

É importante destacar que as externalidades cumulativas e globais, resultado de toda a trajetória da industrialização em décadas anteriores, ainda persistem e implicam em compromissos e responsabilidades maiores nos países em desenvolvimento, principalmente a partir de seus potenciais nos âmbitos financeiro e tecnológico para efetuar ações que minimizem os impactos ambientais de suas atividades industriais.

A Alemanha, por exemplo, possui um dos melhores desempenhos entre os países que compõem a OECD, em ciência, tecnologia e inovação, sendo destaque na realização de eco inovações (ARRUDA; CARVALHO, 2014). Ademais, há uma atenção especial na área de ciência ambiental, sendo que 25% dos pedidos de patentes depositados no EPO são relacionados às tecnologias ambientais e, em geral, 20% das tecnologias comercializadas no mundo no setor ambiental são de origem alemã (KEMP; PEARSON, 2007). O país também possui atrativos na área de energia renovável, tendo apoio de fundos de tecnologia e políticas governamentais.

A produção de tecnologia limpa é bem desenvolvida, além do elevado consumo de energia renovável ser uma grande fonte de incentivo ao mercado interno (TGCII, 2014). Como destaque, tem-se a instalação de polos regionais e o desenvolvimento de tecnologias limpas, especificamente no estado de North-Rhine Westphalia, que repercutiram positivamente sobre as atividades de produção de carvão e aço e da indústria química realizadas na localidade (ARRUDA; CARVALHO, 2014).

Da mesma forma, o Canadá pode ser considerado como um dos países de maiores níveis de atividade inovativa do mundo. Contudo, ainda não se destaca em *drivers* direcionados às tecnologias limpas (TGCII, 2014). Sua população é alta-

mente educada e sua força de trabalho envolve ocupações ligadas às áreas de ciência e tecnologia, sendo que a educação superior, no caso as universidades, possuem uma elevada participação em pesquisas, apesar de um número pequeno de firmas inovativas colaborarem com instituições públicas de pesquisa (OECD, 2008g).

Em relação aos Estados Unidos, considerado como a potência da inovação mundial, o país é caracterizado também como um dos maiores poluidores de todas as nações que englobam o grupo G7 (GLOBAL CARBON ATLAS, 2014). Ao longo dos anos, o país vem sendo desafiado pelos seus principais parceiros comerciais e pelas economias emergentes. Sua ampla e consolidada infraestrutura atrai investidores internacionais e o capital estrangeiro, apresentando fortes fusões e aquisições de empresas relacionadas às tecnologias limpas.

A infraestrutura adequada também oferece condições aos investimentos e financiamento do setor de energias renováveis, apesar de demandar políticas públicas que incentivem o apoio à produção de tecnologias limpas (TGCI, 2014). Ressalta-se que a produção de publicações científicas dos EUA vem perdendo posições para a União Europeia (UE) em áreas como a de nanociências, ciências ambientais e biológicas, devido ao financiamento federal destinado às pesquisas dessas áreas nos países da UE. Mesmo assim, os Estados Unidos mantêm sua liderança na inovação em setores estratégicos como produtos farmacêuticos e de tecnologia da informação (TIC).

Por sua vez, a França possui vantagens em setores como a energia nuclear, aeroespacial e de transportes. No ano de 2006, foi elaborada uma lei que criou um conselho de alto nível para a ciência e tecnologia, além de reforma nas estruturas ministeriais trazendo transparência na formulação de políticas nacionais, assim como, concentrando as pesquisas da França nas áreas consideradas chave como as de tecnologia da saúde, da informação, nanotecnologia e de desenvolvimento sustentável (OECD, 2008c). Nesse âmbito, o país tem investido em pesquisa e desenvolvimento (P&D) público e em uma infraestrutura atrativa às empresas de tecnologia limpa (TGCI, 2014). Todavia, o país fica um pouco atrás da Alemanha e do Reino Unido quanto ao aspecto da comercialização das tecnologias limpas, devido principalmente, ao pouco valor agregado da produção de tecnologia limpa, apesar de ofertas públicas de ações, *initial public offering* (IPO) recentes por parte de empresas nesse ramo (TGCI, 2014).

A Itália se destaca em fatores específicos de inovações de tecnologias limpas e tem apoio político favorável à produção de energias renováveis, mas possui um cenário de incertezas por parte dos investidores (TGCI, 2014). A justificativa para esse pessimismo pode ser explicada pelos regulamentos severos (barreiras à entrada, restrições de preço e quantidade) que dificultam às empresas inovadoras a operarem de forma eficiente. O país atualmente não possui um direcionamen-

to aos investimentos em tecnologias limpas, apesar de resultados satisfatórios nas inovações de tecnologia limpa. É oportuno destacar que o fraco investimento em P&D realizado no país pode resultar na especialização de empresas cujos setores são mais tradicionais e de pequenas empresas, principalmente as de origem familiar (OECD, 2008d).

2.2.2 Atividades tecnológicas ambientais dos países em desenvolvimento

A análise sobre a atividade tecnológica dos países em desenvolvimento terá como enfoque os países que envolvem o grupo do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) que são representativos do rápido crescimento econômico nas economias emergentes e de sua intensa industrialização ao longo dos anos. O resultado de uma dinâmica de investimentos vigorosos nas questões referentes à urbanização, à infraestrutura e à proeminência de uma nova classe consumidora nesses países, que fizeram com que a preocupação com a sustentabilidade tivesse destaque atentando-se principalmente ao fato do aumento dos gases poluentes na atmosfera por parte dos países em desenvolvimento (GLOBAL CARBON ATLAS, 2014).

A expansão da demanda interna por energia nesses países e a atenção internacional à questão ambiental exigem, ao mesmo tempo, que as economias emergentes desenvolvam processos produtivos menos poluentes e tecnologias limpas. Os países em desenvolvimento, em geral, produzem uma quantidade significativa de inovações ambientais, em que notavelmente o Brasil se destaca. Nações como a China e Coréia apresentam uma atividade inovativa significativa em campos ambientais, sinalizando inovações menores ou adaptativas, baseadas principalmente em tecnologias transferidas de países desenvolvidos (LAN-JOUW; MODY, 1996).

Deste modo, para localizar-se na fronteira científica e tecnológica relacionada às questões de desenvolvimento sustentável, torna-se fundamental a adoção de estratégias e de políticas de fomento e fortalecimento aos SNIs. O primeiro passo de que novos investimentos podem surgir em áreas consideradas estratégicas, como em tecnologias limpas, foi dado no encontro dos representantes dos BRICS, realizado em julho de 2014 (VALOR ECONÔMICO, 2014).

A reunião possibilitou a criação de um banco de desenvolvimento no BRICS- Novo Banco de Desenvolvimento (NBD), com sede em Xangai (China), o qual criou fundos especiais de crédito, com foco em projetos de infraestrutura com impactos ambientais, sociais e de desenvolvimento sustentável nos BRICS e em outros países em desenvolvimento (IPEA, 2019). Além disso, é importante desta-

car que, além dos investimentos e das possibilidades de fomento nas áreas tecnológicas ambientais que poderão ser criadas no futuro, seria necessário também, a cooperação e o desenvolvimento de projeto dos países do BRICS que fortaleçam e consolidem a capacidade inovativa, como um todo.

A África do Sul possui problemas estruturais em sua economia, principalmente aqueles relacionados ao desenvolvimento humano e à desigualdade social (KRUSS, 2009). Apesar do elevado grau de pobreza, desemprego e exclusão social, o seu sistema de inovação está em fase de transição (OECD, 2008a) e intrinsecamente ligado ao acesso de condições mínimas de fatores como saúde e educação. Embora haja entraves ao seu desenvolvimento tecnológico, é possível observar fontes de tecnologias multinacionais localizadas no país, as quais apresentam um significativo esforço em investimentos na área de P&D (KRUSS, 2009).

Ressalta-se que o país ainda necessita de investimentos na área de inovação e apresenta uma atividade empresarial direcionada às tecnologias limpas ainda fraca (TGCI, 2014). Um desses entraves é que as políticas governamentais sul-africanas específicas ao desenvolvimento de tecnologias limpas ainda esbarram em dois grandes entraves na ausência de investimentos de P&D público nesse sentido e baixo acesso ao financiamento privado.

Atualmente, o Brasil possui potenciais tecnológicos e uma grande sinergia no fomento entre a ciência e tecnologia, além do apoio à competitividade comercial (OECD, 2008f). No entanto, um dos entraves enfrentados pelo país seria a falta de mão de obra qualificada, principalmente em áreas relacionadas à C&T. Em 2007 foi aprovado o plano nacional de inovação, cujo objetivo seria incrementar o número de pessoas qualificadas, a inovação e os investimentos em P&D.

O plano enfatiza o fortalecimento do P&D em áreas consideradas estratégicas como: biotecnologia, nanotecnologia, tecnologia da informação, mudanças climáticas e ciência e tecnologia para o desenvolvimento social (OECD, 2008f). O Brasil vem avançando como um dos grandes *drivers* na comercialização de tecnologias limpas, entre os países em desenvolvimento (TGCI, 2014), principalmente pela sua participação na indústria de biocombustíveis. Entretanto, o baixo patenteamento ambiental e a ausência de políticas que atraiam os investidores para o fomento em tecnologia limpa o deixam atrás de outras economias emergentes como a Índia e a China.

Vale ressaltar que na China, ao longo das últimas décadas, houve um rápido crescimento econômico, assim como investimentos sistemáticos e gastos em P&D industrial. Um dos motivos para esse acelerado crescimento está atrelado ao fato do país conter o segundo maior estoque mundial de recursos humanos de C&T, perdendo apenas para os EUA e o Japão (OECD, 2008b). Apesar disso, grande parte desses avanços econômicos exigirá mudanças futuras ao país no aspecto

da sustentabilidade. A China, atualmente, é o maior consumidor mundial de energia e é o maior emissor de CO₂ do planeta (WORLD BANK, 2019).

Comparando-se aos países do grupo BRICS, a China corresponde a 50% da participação total de CO₂ emitido pelos países que compõem o grupo. Além disso, o país é também altamente dependente de combustíveis fósseis, principalmente o carvão, como fonte energética, sendo o maior produtor e consumidor mundial (GOMEZ; CHAMON; LIMA, 2012). Todavia, o contexto atual também leva o país a traçar novas estratégias de fontes energéticas e viabilizar políticas de fomento às tecnologias limpas, o qual também possibilita que ele se destaque no mercado de energia solar e na produção de energia hidrelétrica e eólica. Dessa forma, a infraestrutura e a forte atividade empreendedora do país vêm atuando como *drivers* aos investimentos em energias renováveis e aos fundos de tecnologia limpa (TGCII, 2014).

Na Índia há uma estrutura produtiva regressiva e dispendiosa, com elevados custos e com atraso tecnológico em decorrência de políticas passadas. Os efeitos da falta de infraestrutura e estrutura econômica podem ser verificados pelo baixo consumo energético, o menor valor entre os países BRICS, e a grande desigualdade social (GOMEZ; CHAMON; LIMA, 2012). Entretanto, com relação às atividades de P&D, a Índia apresentou um investimento estável nos gastos, do ano 2000 ao ano de 2007, obtendo uma considerável taxa de crescimento de técnicos ligados às áreas de pesquisa (6,9%), assim como um resultado positivo quanto ao depósito de patentes (15%), marcas (9,8%) referentes às empresas instaladas na Índia (BANCO MUNDIAL, 2013).

De acordo, com a Forbes (2013), a economia indiana atravessa uma transição do setor agrícola tradicional e familiar para o setor de comércio, paralelamente está o setor de serviços em contínuo crescimento. Já em relação às questões de sustentabilidade, o governo indiano desenvolveu, na década de 1980, uma gama de políticas ligadas ao aumento da eficiência energética no país e à renovação da sua matriz energética (GOMEZ; CHAMON; LIMA, 2012). As políticas de incentivo visam não somente encorajar os investimentos privados no desenvolvimento e comercialização de tecnologias limpas, como também, possibilitará seu crescimento e desenvolvimento sustentável.

Por último, a Rússia que possui uma economia fortemente dependente de diversos recursos energéticos como: gás, petróleo, carvão, sendo sua matriz energética baseada fundamentalmente em combustíveis fósseis (GOMEZ; CHAMON; LIMA, 2012). Da mesma forma, ela não demonstra atitudes empreendedoras que possibilitem viabilizar as inovações em tecnologias limpas. O país tem uma escassez de investimentos e atrativos a empresas de tecnologia limpa (TGCII, 2014).

3. ESTRATÉGIAS E POLÍTICAS DESENVOLVIDAS FRENTE AOS DESAFIOS DAS ECOINOVAÇÕES

Há sinais de mudança na formulação de políticas de inovação e definições de prioridade quanto aos programas de financiamento (OECD, 2008e). Para a recuperação de sua posição global na área de ciência e tecnologia, visto que no passado o P&D realizado pelos institutos de pesquisa e as relações entre o setor empresarial eram fracas, a Rússia adotou algumas estratégias para o desenvolvimento de ciência e inovação (OECD, 2008e). Entre as estratégias está a promoção de programas de financiamento e o estreitamento das relações entre a ciência e inovação com a indústria, novas áreas de financiamento governamentais estão sendo apoiadas e consideradas como prioritárias, entre elas: a biotecnologia, nanotecnologia, software e o setor aeronáutico (OECD, 2008e).

Até aqui foi destacada a importância do fortalecimento dos SNIs e como as mudanças nas trajetórias tecnológicas ambientais devem incorporar elementos que levem em consideração, além do contexto somente tecnoeconômico, os aspectos sociais. Para que o objetivo da inovação ambiental e seu desenvolvimento tecnológico sejam fomentados e, principalmente, a criação e a difusão de inovações que possibilitem o alcance deste objetivo, devem ser implementadas uma série de políticas com o envolvimento de diferentes agentes econômicos, que além de se estabelecer o fortalecimento das instituições econômicas, provoquem as mudanças necessárias aos elementos sociais e culturais mais fragilizados (FREEMAN; SOETE, 2008).

Cabe salientar aqui que os dois elementos-chave de um sistema nacional de inovação são os arranjos institucionais (políticas públicas e os sistemas educacionais) e as organizações, nas quais as empresas privadas são consideradas importantes agentes dentro do sistema de inovação (NELSON; ROSENBERG, 1993). Ainda que alguns pesquisadores diverjam em relação aos agentes e instituições mais significativos no fomento dos SNIs, a grande maioria concorda que, em conjunto, a configuração dos elementos institucionais e organizacionais sejam determinantes na construção de diferentes modelos de aprendizagem inerentes aos diversos sistemas de inovação (MEUER; RUPIETTA; BACKES-GELLNER, 2015).

Nesse sentido, o caráter sistêmico que envolve e auxilia a orientação e o desenvolvimento das políticas engloba interesses diversos e, basicamente o que contribui para que uma política seja mais bem-sucedida que a outra é a interação entre os objetivos públicos e privados. Contudo, o que direciona a inovação para o objetivo da sustentabilidade ambiental, seria necessariamente, os objetivos públicos, apesar do setor privado garantir os ajustes necessários às mudanças nesse direcionamento (FREEMAN; SOETE, 2008).

Os fatores que envolvem antigos projetos (defesa nuclear, ou de programas espaciais) em relação aos novos relacionados a aspectos ambientalmente susten-

táveis se diferenciam em diversos aspectos. Em primeiro lugar, os projetos mais antigos estariam mais concentrados no desenvolvimento de tecnologias radicais, com atividades mais relacionadas a compras governamentais e estruturada em ramos industriais correlatos (FREEMAN; SOETE, 2008). Entretanto, as lições dos projetos anteriores não devem ser desrespeitadas, isto é, deve-se considerar todo o esforço governamental envolvido, ainda que sejam inapropriadas para determinado fim (MOWERY; NELSON; MARTIN, 2010).

Para Mowery, Nelson e Martin (2010), o resultado do esforço em relação ao debate político para o desenvolvimento de novas tecnologias é um componente essencial em qualquer conjunto de políticas que visam a mitigação dos impactos ambientais. Diferentemente dos projetos Manhattan (relacionado à elaboração de uma bomba atômica) e o projeto Apollo (chegada do homem à Lua), os programas governamentais de P&D cujo foco é direcionado à implementação de tecnologias ambientais, devem envolver prioridades em relação a determinadas políticas.

De certa forma, as políticas tecnológicas voltadas para o problema da mudança climática devem abordar dois desafios importantes. O primeiro deles seria em relação aos custos sociais dos gases de efeito estufa emitidos, que não são refletidos nos preços dos produtos. O segundo fator seria em relação aos investimentos privados, em outras palavras, os investimentos privados em P&D para tecnologias de energia alternativa, em muitos dos casos, apenas investem uma pequena quantidade de seus resultados em investimentos de P&D (MOWERY; NELSON; MARTIN, 2010).

Nesse último caso, ainda que tecnologias de energias alternativas, por exemplo, estejam gradativamente substituindo as tecnologias já existentes, é fundamental que haja a disseminação de informação sobre sua operacionalidade, para que se crie oportunidades de melhoria incremental para outras tecnologias alternativas. A justificativa para que os investimentos privados sejam ainda escassos baseia-se também na importância do suporte e do financiamento público para viabilizar, principalmente, a difusão dessas tecnologias.

Nos Estados Unidos e no Reino Unido, por exemplo, a importância da rápida difusão das tecnologias de energias alternativas também se destaca visto o papel das políticas públicas que promovem a demanda⁹ dos usuários potenciais para o

9. O grande problema para a promoção das políticas ambientais está relacionado o modo pelo qual as economias de mercado escolhem seus produtos e processos com base na lucratividade, e não com base nas questões ambientais, que de certa forma, será influenciada pela demanda. Um modo de amenizar as dificuldades que englobam o desenvolvimento e a elaboração das políticas ambientais seria a capacidade dos países em aproveitar as características cumulativas e, principalmente, autor-reforçar as mudanças técnicas (FREEMAN; SOETE, 2008).

uso dessas tecnologias. Da mesma forma, a razão para o sucesso nesses países foi o forte apoio quanto aos investimentos públicos em P&D no desenvolvimento de novas tecnologias alternativas, que substancialmente devem ser complementados por investimentos privados em P&D na área de energia (MAZZUCATO, 2014). A indústria, por sua vez, realiza um papel também importante como ator/executor do financiamento público, principalmente, em relação ao desenvolvimento de protótipos e testes desses produtos.

Ressalta-se ainda que os projetos direcionados ao fomento da tecnologia ambiental necessitam combinar políticas de natureza multidisciplinar, que possibilite a geração de uma estrutura de produção abrangente e garanta o consumo sustentável em toda a economia. No Quadro 3 é possível observar as diferenças entre antigos e novos projetos, cujo caráter entre as diferentes abordagens é sistêmico e aplicado às políticas específicas, em relação ao seu contexto e propósito (FREEMAN; SOETE, 2008).

Ressalta-se que parte das soluções apresentadas para as novas tecnologias ambientais consiste de mudanças técnicas gradativas, isto é, obtidas pela rápida difusão das tecnologias e de práticas já existentes, que evoluíram por intermédio de atividades inovadoras (FREEMAN; SOETE, 2008). O que se pretende mostrar por meio das diferenças entre projetos antigos e novos seria em relação, não somente ao seu atual foco, porém quanto ao uso de instrumentos e políticas tecnológicas que as incentivem para sua finalidade. Os grandes projetos antigos, entre eles de defesa nuclear e aeroespaciais, diferentemente dos projetos mais ambientalmente sustentáveis atuais, desenvolviam tecnologias radicalmente novas, isoladas de boa parte da economia, mantinham atividades de compras governamentais e, influenciavam ramos industriais correlatos e setores que pudessem absorver os efeitos gerados por suas tecnologias (FREEMAN; SOETE, 2008).

Quadro 3 – Características dos antigos e dos novos projetos

Antigos: defesa, nuclear e aeroespacial	Novos: tecnologias ambientais
A missão é definida em termos do número e dos tipos de resultados técnicos, sem muita preocupação com sua viabilidade econômica.	A missão é definida em termos de soluções técnicas economicamente viáveis, relativas a problemas ambientais específicos.
Os objetivos e a direção do desenvolvimento tecnológico pretendido são previamente definidos por um pequeno grupo de especialistas.	A direção da mudança técnica é influenciada por uma ampla gama de agentes, incluindo governos, firmas privadas e grupos de consumidores.
Controles centralizados dentro de uma administração governamental.	Controle descentralizado, com um grande número de agentes envolvidos.
A difusão dos resultados fora do núcleo de participantes é de menor importância ou ativamente desencorajada.	A difusão dos resultados constitui um objetivo central e é ativamente encorajada.
Apenas um pequeno grupo de firmas pode participar, devido à ênfase no pequeno número de tecnologias fundamentais.	Dá-se ênfase ao desenvolvimento de inovações tanto radicais como incrementais, a fim de permitir a participação de um grande número de firmas.
Projetos autocontidos, com pouca necessidade de políticas complementares e escassa atenção prestada à coerência.	As políticas complementares são vitais ao sucesso e muita atenção é prestada à coerência com relação a outros objetivos.

Fonte: Freeman e Soete (2008).

Ao contrário, os projetos direcionados ao atendimento da elaboração de tecnologias ambientais precisam combinar as compras governamentais com outras diversas políticas (FREEMAN; SOETE, 2008), nos quais, além de outros objetivos subjacentes, desencadearão efeitos em toda a estrutura produtiva e de consumo na economia. É válido ressaltar que para a realização do objetivo técnico na área das tecnologias ambientais, as características apresentadas no Quadro 3 seriam apenas o começo de um longo processo de aprendizado, de melhoria incremental e de monitoramento do desempenho dessas tecnologias (MOWERY; NELSON; MARTIN, 2010).

Da mesma forma, além de incentivos e prêmios para contribuir no progresso e no desenvolvimento de tecnologias ambientais, políticas de pesquisa e de compras governamentais que promovam projetos de desenvolvimento cooperativo e pesquisas paralelas elaboradas por várias organizações, inclusive as não governamentais (ONGs), com a participação de cientistas e organizações dos países em desenvolvimento. Ademais, a participação de pesquisadores dos países em desenvolvimento é de suma importância para a garantia da difusão global das tecnologias ambientais (FREEMAN; SOETE, 2008).

Em geral, a diversidade de propostas políticas e o objetivo comum de desenvolvimento de tecnologias ambientais dependerá, essencialmente, da orientação das mudanças técnicas na condução de metas e objetivos específicos. Contudo, as questões são amplamente complexas e precisam ser melhor dialogadas tanto entre os setores envolvidos, quanto pela maior participação da sociedade nesse processo. No tocante, há diversos meios para que se incentive e se subsidie o desenvolvimento das tecnologias ambientais. Da mesma forma, políticas que viabilizem por meio de instrumentos econômicos ou pela regulação direta das emissões comercializáveis, por exemplo, são algumas das decisões que devem ser amplamente questionadas.

Por fim, o objetivo deste item foi evidenciar que para a construção de um parâmetro ideal ou a viabilização de novos projetos cujos modelos ambientais são levados à risca, existem por trás questões complexas e árduas que devem ser levadas em consideração. Em especial, àquelas que são tratadas como objetivos ambientais que requerem mudanças significativas nas tecnologias sistêmicas e interligadas entre distintos setores. As mudanças, nesse caso, devem ser pensadas não somente sob um ponto de vista específico, de um problema pontual, mas como um investimento lento, gradual e de longo prazo, beneficiando a adoção de melhores estratégias em prol do desenvolvimento de tecnologias limpas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das inovações tecnológicas representa o progresso econômico e é fundamental para acelerar as taxas de crescimento econômico dos países. Contudo, na atualidade, faz-se necessário que os avanços econômicos sejam equilibrados entre a manutenção do crescimento econômico das nações e a suscetibilidade ambiental referentes aos impactos do meio ambiente a médio e a longo prazo. As exigências tecnológicas primordiais recaem sobre as fontes mais poluidoras, promovendo e induzindo a produção de tecnologias de energia alternativa, de reciclagem e gestão de resíduos, de conservação de energia, entre outras. As inovações ambientais, nesse caso, apresentam-se como a forma mais eficiente e capaz de manter o equilíbrio entre o crescimento econômico e a busca de uma melhor qualidade de vida. Da mesma forma, para que seja estabelecido um ambiente propício ao desenvolvimento das inovações ambientais, é necessário que os países criem e promovam uma infraestrutura adequada, instruída ao aperfeiçoamento de tecnologias existentes e ao desenvolvimento de inovações.

A abordagem evolucionária oferece elementos que auxiliam no entendimento do processo de mudança tecnológica, que se aplicam à difusão de novas tecnologias relacionadas, principalmente, às inovações ambientais. A partir dessa

nova dinâmica, que pode ser chamada de ambiental, a literatura evolucionária possibilita analisar, de modo mais aprofundado, o papel dos determinantes das inovações ambientais, que influenciam também na trajetória tecnológica de diferentes Sistemas Nacionais de Inovação. Sob a ótica da teoria evolucionária, o presente capítulo teve objetivo de analisar o papel das políticas públicas para o avanço e delimitação de uma nova trajetória tecnológica “verde”.

Em outras palavras, as trajetórias tecnoeconômicas podem ser definidas pelos impactos e motivações às inovações, que se transformam em plena capacidade de absorção das vantagens geradas pela inovação, contribuindo também em múltiplas oportunidades tecnocientíficas para as empresas. Nesse sentido, entende-se que os países se sujeitam a períodos de aprendizados incertos, difíceis e prolongados, dependendo, é claro, do nível de conhecimento e aprendizado cumulativo.

A introdução de novas tecnologias, isto é, tecnologias limpas, ambientais, envolvem uma diversidade de aprendizados, desde a interação entre as firmas e setores, firmas e consumidor e instituições de pesquisa e firmas. Entende-se que essa diversidade e as assimetrias de aprendizados entre os países englobam também questões multidisciplinares, como a infraestrutura tecnológica, econômica e científica, as questões culturais e educacionais, a qualidade da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), a qualificação da mão de obra e outros fatores essenciais para o desenvolvimento e progresso dos Sistemas Nacionais de Inovação, como um todo.

A agenda de pesquisa frente aos avanços encontrados na pesquisa refere-se ao aprofundamento dos conhecimentos ligados às informações multidimensionais. Em outras palavras, dados e informações relacionados aos países desenvolvidos e em desenvolvimento, que possam contribuir para análises mais aprofundadas sobre a relação entre meio ambiente, tecnologia e inovação. A partir das informações pertinentes aos países quanto a variáveis específicas ao contexto ambiental, social e científico, será possível elaborar pesquisas que contribuirão para: a) investigar os principais fatores determinantes e acordos internacionais que potencializem a expansão das atividades tecnológicas ambientais em economias mundiais; b) analisar de acordo com os fatores identificados, quais seriam aqueles que mais influenciariam e levariam a uma dinâmica diferenciada das correspondentes atividades tecnológicas nos Sistemas Nacionais de Inovação.

Por fim, o desenvolvimento tecnológico ambiental dos países dependerá de esforços e aptidões em todos os níveis, desde o chão de fábrica, passando pela engenharia de produtos e processos e as relações entre universidades, instituições de pesquisa e firmas. Os incentivos para a produção, pesquisas e desenvolvimento das tecnologias ambientais dependerão não somente da capacidade tecnológica de cada país, mas essencialmente, de questões regulatórias, políticas e setoriais que visam à mitigação dos impactos ambientais, nos quais as evidências sugerem uma forte correlação entre os gastos e investimentos com a redução da poluição e o fomento de tecnologias ambientais.

Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação

Pablo Felipe Bittencourt
André Tortato Rauen

INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar e discutir a lógica econômica subjacente à realização de ações estatais de estímulo estatal à inovação privada, bem como apresentar seus principais instrumentos e desafios de execução. Trata-se assim, de um esforço de organização de diferentes abordagens teóricas, mas que culmina num texto, eminentemente, de cunho neo-schumpeteriano.

No Brasil, tal discussão já foi realizada por Pacheco (2003), Viotti (2008), Melo, Fucidji e Possas (2015), Zuniga *et al.* (2016), De Negri e Rauen (2018), De Negri (2018). No entanto, as recentes experiências internacionais e a nova gama de possibilidades tecnológicas, exigem revisitar o tema, de forma a promover uma releitura mais aderente à dinâmica econômica do alvorecer deste novo século.

Dentre as novidades estão a banalização do conceito de inovação e uma nova organização da produção em cadeias globais de valor, sendo preciso um novo paradigma tecnoeconômico baseado na interação em tempo real de objetos autônomos, além do aprendizado decorrente da execução das primeiras iniciativas de estímulo à inovação no mundo desenvolvido e em desenvolvimento:

Em economias emergentes, como China, Rússia, Brasil, Índia, Indonésia ou Nigéria, onde reside a maior fração dos pobres do mundo, os formuladores de políticas também estão ansiosos para incentivar novos pensamentos sobre as várias maneiras pelas quais a política industrial inteligente pode ajudar a sustentar o crescimento e abrir novas possibilidades de criação de emprego (STIGLITZ; LIN; MONGA, 2013, p. 03).

Tais elementos fizeram emergir também uma nova abordagem, muito mais

centrada na demanda real das populações do que na simples oferta de recursos. Nessa nova abordagem, a política implícita (taxas de juros, políticas de compras públicas, regramento da atividade empresarial, etc.) tem tanta validade quanto a política explicitamente desenhada para o fomento à inovação.

Por tanto, neste capítulo optou-se por uma abordagem mais didática de maneira que se compreenda os principais conceitos relacionados ao que se convencionou chamar de políticas de inovação. Partindo-se do pressuposto básico de que a inovação é uma estratégia de sobrevivência da firma frente ao mercado em que opera, é esperado que o leitor compreenda a necessidade de apoio público a tais atividades, ainda que as últimas sejam envoltas em grande incerteza.

Sendo assim, além desta introdução, o capítulo conta com outras cinco seções. A primeira trata dos conceitos fundamentais e como eles ajudam a explicar a necessidade de apoio público às atividades privadas de inovação. Na segunda seção discute-se o conceito de políticas implícitas e explícitas de inovação, concentrando-se em políticas de inovação implícitas e explícitas, concentrando-se mais nesta última. A terceira seção descreve e analisa os instrumentos que atuam tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda. A quarta seção discute aspectos centrais da coordenação da política de inovação sob a perspectiva da economia política. A última seção é de considerações finais.

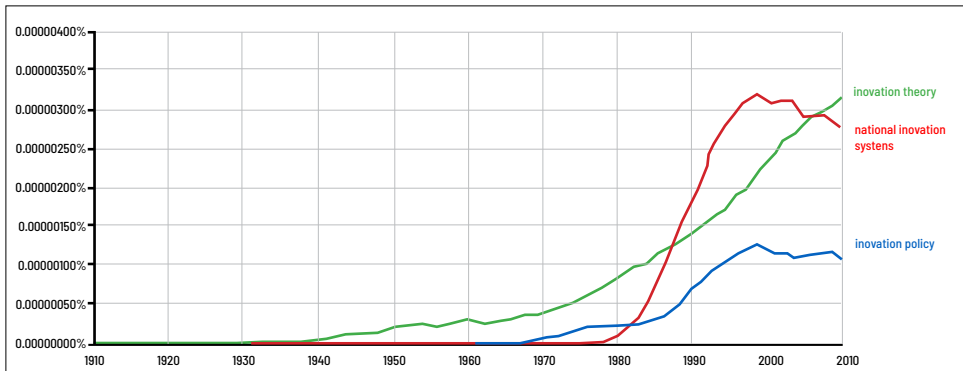
1. POR QUE O ESTADO DEVE ESTIMULAR O DESENVOLVIMENTO, ADOÇÃO E DIFUSÃO DE INOVAÇÕES?

Mesmo que Joseph Schumpeter tenha descrito os efeitos da inovação no modo de produção capitalista ainda em 1912 (SHUMPETER, 1982), é só no final do século XX e início do século XXI que essa passa a ser central nas agendas públicas de diferentes países. No campo da pesquisa econômica, os estudos de inovação ganham relevância em perspectivas mais heterodoxas e passam a influenciar, diretamente, a construção de instrumentos de apoio público (FAGERBERG; SAPPASERT, 2011).

Como ilustram os Gráficos 1 e 2, pioneiramente empregados por Fagerberg (2015) com objetivo semelhante, o interesse acadêmico pelo tema cresce de maneira vertiginosa, principalmente depois de Christopher Freeman cunhar o termo Sistemas Nacionais de Inovação ainda em 1987, como apresentado nos Capítulos 13 e 14 deste livro. O gráfico se refere ao percentual de livros em língua inglesa que contém os termos selecionados.¹

1. Para uma explicação detalhada ver: <https://books.google.com/ngrams/info>.

Gráfico 1 – Frequência percentual dos termos “política de inovação”, “teoria da inovação” e “sistemas nacionais de inovação” tal como são grafadas em língua inglesa, segundo o total de publicações, 1910-2019

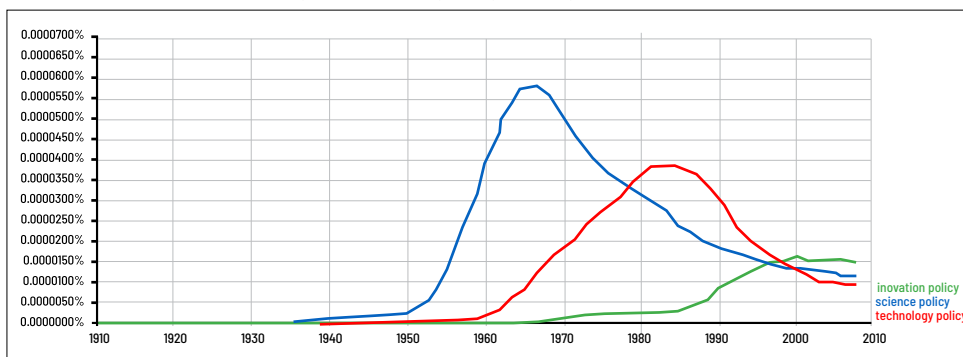


Fonte: https://books.google.com/ngrams/graph?content=Innovation+policy%2Cnational+innovation+systems%2Cinnovation+theory&year_start=1910&year_end=2019&corpus=26&smoothing=6

Por exemplo, só no último trimestre de 2011 e apenas nos Estados Unidos, 255 livros que continham a palavra inovação foram publicados. A palavra “inovação” foi citada 33.528 vezes em relatórios anuais e trimestrais de empresas norte-americanas.²

Mas por que só agora a inovação passou a ser tão discutida? Na verdade, desde o fim da Segunda Grande Guerra discute-se a mudança técnica, Porém com uma “roupagem” distinta. Na época, falava-se em política científica, a qual progressivamente deu lugar à política tecnológica e, em seguida, a velocidade de introdução de inovações nos mercados forçou a emergência do termo, *política de inovação*, como se pode notar nas curvas do Gráfico 2.

Gráfico 2 – Frequência percentual dos termos “política científica”, “política tecnológica” e “política de inovação” tal como são grafadas em língua inglesa, segundo o total de publicações, 1910-2019



Fonte: https://books.google.com/ngrams/graph?content=science+policy%2Ctechnology+policy%2Cinnovation+policy&year_start=1910&year_end=2019&corpus=26&smoothing=6

2. Wall Street Journal, May 23, 2012. You Call That Innovation? Companies Love to Say They Innovate, but the Term Has Begun to Lose Meaning.

Essa onipresença da inovação no discurso, tanto público quanto privado, acabou fazendo com que o termo passasse a significar coisas diferentes para pessoas diferentes, diminuindo seu potencial analítico.³

Para esse capítulo, importa lembrar apenas que a introdução da novidade no mercado é sempre realizada por uma empresa, o que torna a atividade que antecede essa introdução um elemento da firma (ver Capítulo 6). Para Nelson e Winter (2006) trata-se de uma estratégia de sobrevivência, uma vez que a firma é constantemente ameaçada pelo lançamento de outras inovações por seus concorrentes, todos buscando diferenciar-se e apropriar-se de fatias cada vez maiores de mercado. Então, a ausência da introdução de inovações, seja na forma de produtos e serviços vendidos, seja na forma de processos internos das firmas, as impede de fazer frente às constantes mudanças que caracterizam qualquer setor econômico do século XXI.

Essas mesmas inovações, que garantem a sobrevivência da firma, também são as responsáveis por introduzir novos medicamentos, novos meios de transporte, novas fontes de energia e, assim, transformar o sistema econômico. Ou seja, ao buscar atingir um lucro oriundo de algo inédito, as firmas inovadoras lançam as bases para o desenvolvimento econômico. As inovações, ao introduzirem novas possibilidades materiais elevam as capacidades produtivas da economia e com isto, inserem as economias em novos patamares de produção.

A inovação rompe o fluxo circular e garante um constante processo de destruição de posições consolidadas, um processo que se convencionou chamar de destruição criadora. A criação significa novidade, o que explica a natureza incerta do fenômeno. E é justamente essa incerteza que dá sentido ao apoio governamental.

Assim, o objeto da política de inovação é algo novo que chega ao mercado, pretensamente, com potencial de promover o desenvolvimento econômico. Para atuar sobre ela é preciso saber, ou pelo menos, conhecer o máximo possível sobre sua causa, ou melhor, como surgem as inovações.

Segundo a escola neo-schumpeteriana, as inovações possuem diferentes fontes, desde o conhecimento tácito de fornecedores ao processo formal de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Elas não ocorrem no vácuo, são resultantes de um processo interativo, dependente das capacidades já acumuladas pelos agentes envolvidos, que as tornam dependentes do contexto social e histórico em que se inserem os participantes do processo, conforme já discutido nos Capítulos 6, 13 e 14.

Portanto, é verdade o argumento sobre a existência de inovações que não exigem robustos esforços de P&D e não são tão incertas. Por exemplo, um novo sabor de sorvete ou uma nova funcionalidade num aplicativo de transporte privado. Entretanto, o de-

3. Para um aprofundamento conceitual ver Conceição (2000), por exemplo.

envolvimento e introdução de um novo medicamento ou a criação de uma nova linha fabril automatizada exigirá um significativo esforço de pesquisa que, além de custoso, carregará elevada incerteza. Esses casos merecem atenção especial, por seu maior potencial à promoção do desenvolvimento econômico.

Tomemos como exemplo o desenvolvimento de uma nova vacina. As firmas que tencionam desenvolver vacinas, primeiro avaliam se os retornos econômicos serão superiores aos esforços necessários. Contudo, esses retornos são expectativas e dependem de um complexo processo inovativo com grande chance de fracassar. No caso das vacinas, primeiro é preciso isolar o agente patogênico e compreender qual parte dele produz a resposta imunológica. Depois, é preciso desenvolver moléculas coadjuvantes que possam criar a resposta imunológica desejada. Seguem-se os testes pré-clínicos e, se tudo correr bem, os testes clínicos. E se tudo correr bem, os testes clínicos. Finalmente, a firma deverá buscar aprovação em diferentes órgãos governamentais de todos os países em que se tenciona vender a vacina. Ou seja, trata-se de um processo de anos, que envolve uma enorme incerteza, mas que pode ser importantíssimo para a qualidade de vida dos cidadãos.

A questão central aqui é que, no modo de produção capitalista, são as empresas que introduzem e difundem inovações (ver Capítulo 6), as quais, em última instância, são os agentes centrais da política de inovação. O problema central é que, sem apoio estatal, as empresas não incorrem em esforços inovativos de cunho mais radical, no qual a incerteza é elevada.

1.1 A política de inovação sob as óticas neo-schumpeteriana e neoclássica

Como, então garantir que empresas privadas que visam lucro e nas quais a inovação é uma estratégia de sobrevivência, realizem atividades inovativas consistentes, mas também que gerem, de fato, benefícios à sociedade?

O problema do subinvestimento das firmas privadas em atividades inovativas, causado pela aversão ao risco, é tratado pela teoria econômica neoclássica tradicional sob a lógica das falhas de mercado. Supõe-se que os mercados, na ausência de interferências externas, tendem a encontrar um equilíbrio “natural” no qual oferta e demanda se igualam e permanecem assim até que fatores exógenos os alterem. Contudo, esse mecanismo teórico pode falhar sob certas circunstâncias. Uma delas reside na não rivalidade do uso de conhecimentos, fundamental para a geração de inovação.⁴ Na simplificação

4. Bens rivais são aqueles cujo uso por um indivíduo impede que outro indivíduo possa usá-lo.

neoclássica, as ideias podem ser usadas por todos, dependendo apenas de se ter acesso e capacidade de compreendê-las. Por isso, não haveria incentivos suficientes para que uma empresa incorresse no custo inicial de P&D necessário à inovação radical, se, depois disso, a inovação resultante desse esforço pudesse ser replicada por seus concorrentes, sem os custos de P&D. A aversão ao risco e a incerteza próprios da atividade inovativa geram, portanto, uma falha de mercado. Assim, por mais que os lucros das firmas dependam da introdução de novos produtos e processos (e a sociedade dependa dessas novidades), a elevada incerteza dos retornos econômicos e/ou a incerteza inerente ao desenvolvimento tecnológico, fazem com que as firmas invistam menos do que o socialmente desejável nessas atividades. Sob essa lógica, não mais do que o estímulo à pesquisa básica combinado a um sistema de proteção (patentes e copyright) seriam necessários à geração de inovações.

Essa perspectiva, contudo, diz muito pouco sobre a história, a estrutura particular, as instituições e as mudanças condicionais que enfrentam as economias particulares, para seus sucessos ou fracassos em promover inovações. A perspectiva das falhas de mercado é muito limitada para fornecer uma base analítica adequada ou empírica para a política de inovação (DODGSON *et al.*, 2011). Assim, mais conveniente seria conceber uma economia baseada em conhecimento como um processo dinâmico de desequilíbrio e não sob a lógica de um estado estacionário, para o qual tende o sistema quando superadas as “falhas” de mercado.

A abordagem da falha de mercado acerta no diagnóstico de que as firmas são avessas ao risco e sobre a incerteza inerentes às atividades inovativas, mas, equivoca-se quanto à natureza de tal “falha”. O que ela chama de “falha” é na verdade uma característica do próprio sistema que jamais pode ser “corrigida”, mas apenas temporariamente contornada.

Essa distinção é fundamental para a política de inovação, porque impede que tal política seja baseada numa receita universal. Ora, se a inovação deriva de um processo interativo, envolvendo diversos atores e dependente do acúmulo de competências deles, faz pouco sentido pensar em termos de uma receita única de sucesso.

Assim, o objeto de uma política de inovação não é a simples correção de uma “falha” num mercado que tende ao equilíbrio, mas sim dar vazão a um intrincado sistema de inovação.

Para ilustrar as considerações e expectativas neo-schumpeterianas acerca da política sistêmica de inovação, voltemos ao nosso exemplo do esforço de desenvolvimento de uma vacina. Seu desenvolvimento e difusão dependerão de recursos a atividades incertas, que podem fracassar ou mesmo, levar muito tempo para encontrar resultados satisfatórios. Além disso, as empresas precisam estar

inseridas num ambiente de respeito às leis, inclusive de propriedade intelectual, bem como num ambiente que estimule a tomada de risco e incerteza. Isto é, é preciso haver não só demanda, como também algum nível de competição. Adicionalmente, boa parte das pesquisas de desenvolvimento da vacina se apoiará em conhecimentos já criados por universidades e/ou centros públicos de pesquisa que precisam cooperar e transferir tecnologia. A empresa inovadora ainda precisa contar com um ambiente regulatório em saúde pública. Finalmente, e apenas nos casos em que o investimento inicial logrou sucesso, é que a firma irá auferir ganhos econômicos de sua inovação.

Todos estes elementos atuam sobre uma racionalidade econômica na qual além da informação não ser perfeita, o conhecimento acumulado influencia as possibilidades presentes. Dito de outra forma, as ações que a firma inovadora toma são carregadas de inércia⁵ frente a comportamentos passados, bem como de forte *lock-in*⁶ nas escolhas realizadas. A atividade inovativa presente depende do passado (*path dependence*).

[...] uma vez que eventos econômicos aleatórios selecionam um caminho específico, a escolha pode ficar bloqueada, independentemente das vantagens das alternativas. Se um produto ou nação em um mercado competitivo avança por “acaso”, ele tende a permanecer à frente e até aumentar sua liderança [...] Uma tecnologia que melhora lentamente no início, mas tem um enorme potencial a longo prazo, pode ser facilmente excluída, bloqueando a economia em um caminho que é inferior e difícil de escapar (ARTHUR, 1990, p. 92-98).

Ao contrário da política de inovação resultante da teoria da falha de mercado, a política de inovação de cunho neo-schumpeteriano não pressupõe ajustes rápidos, automáticos e mecânicos, mas sim um intenso processo de interação que procura atuar sobre a atividade inovativa propriamente dita, bem como sobre outros elementos da economia nacional que influenciam e importam para a estratégia comercial das firmas. A política de inovação nessa perspectiva possui um elemento explícito e outro implícito, que requerem coordenação.

Uma lição importante diz respeito à importância de se ter ampla definição de política de inovação. Em vez de apenas políticas explicitamente destinadas a afetar a inovação, todos os instrumentos de política que influenciam a inovação de maneira não trivial precisam ser levados em conta [...] a dinâmica tecnológica de um país é o resultado da interação entre vários processos diferentes que são influenciados por uma série de políticas, muitas das quais possuem outros objetivos e que não car-

5. Resistência à mudança na adoção de inovações, novas tecnologias ou novos padrões tecnológicos.

6. Prisão em uma trajetória tecnológica ou padrão tecnológico anterior.

regam o rótulo de “inovação”. Uma política de inovação eficaz, portanto, requer uma estreita coordenação de políticas em vários domínios diferentes, o desenvolvimento de novas formas de governança e o apoio às bases de conhecimento que tornam isso possível (FAGERBERG *et al.*, 2015, p. 16).

2. POLÍTICAS IMPLÍCITAS E EXPLÍCITAS

Herrera (1995) está entre os primeiros autores latino-americanos a evidenciar a diferença entre a política científica explícita e a política implícita. Obviamente, políticas de inovação possuem uma natureza distinta das científicas, principalmente porque as primeiras estão mais preocupadas com as empresas. Mesmo assim, a distinção entre as políticas científicas explícitas e implícitas é útil na discussão aqui realizada.

Para o autor, então, a política explícita é:

[...] a “política oficial”; é aquela que está expressa nas leis, regulamentos e estatutos dos órgãos responsáveis pelo planejamento da ciência, nos planos de desenvolvimento, nas declarações do governo, etc.; em resumo: se constitui no corpo de disposições e normas que se reconhecem, comumente, como a política científica de um país (HERRERA, 1995, p. 7).

Por outro lado, as políticas implícitas:

[...] são aquelas que realmente determinam o papel da ciência na sociedade, elas são muito mais difíceis de identificar, porque carecem de estruturação formal; em essência, expressam a demanda científica e tecnológica do “projeto nacional” vigente no país (HERRERA, 1995, p. 7).

Com algum grau de liberdade, pode-se tomar essas definições e empregá-las no contexto das políticas de inovação. Sendo assim, as políticas explícitas de inovação são todas aquelas formalmente constituídas como tal e que estão presentes nos conhecidos instrumentos de fomento creditício, investimento direto, subvenção, criação de infraestrutura, dentre outras, sua expressão mais aplicada. A maioria delas pode ser encontrada no Quadro 1.

Por outro lado, as políticas implícitas de inovação seriam aquelas que influenciam diretamente a geração e difusão de inovações a partir dos grandes objetivos macro e microeconômicos nacionais. Elas são expressas pela política fiscal e monetária, pelas estratégias educacionais, pela orientação diplomática, pelas regras de controle e *accountability*, etc.

O fato dessas políticas estarem sempre combinadas, ainda que possam não estar coordenadas, significa que o tipo de projeto nacional determina o custo de oportunidade da estratégia privada de inovação. Um ambiente econômico de juros altos e complexidade tributária que desincentive o *animal spirit* representa um limitador de incentivos tributários à inovação, por exemplo. Apesar de existir neste cenário uma política que ex-

plícitamente promova a inovação, a verdadeira política, implícita no ambiente de negócios é a que determinará a atratividade da inovação enquanto estratégia privada.

Portanto, é fundamental que tanto as políticas explícitas quanto as implícitas se complementem no mesmo sentido. Do contrário, o sistema de inovação resultante será incongruente e ineficaz.

Num contexto de Sistemas Nacionais de Inovação, a questão central então é a de garantir um baixo custo de oportunidade para inovar.⁷ Isto é, criar as condições, de forma explícita e implícita, para que a estratégia privada de inovação seja tão ou mais atrativa, do ponto de vista financeiro, que outras estratégias concorrentes. Evidentemente, isso só poderá ocorrer quando uma virtuosa relação for estabelecida entre diferentes políticas públicas, principalmente políticas que agem sobre o ambiente de negócios e as condições macroeconômicas gerais.

De fato, as políticas implícitas atuam não só na esfera microeconômica, mas também no ambiente macro, no qual taxas de juros, taxas de câmbio e proteção tarifária são essenciais.

Apesar da existência das políticas implícitas e de seu elevado peso na definição das estratégias privadas de inovação, as próprias políticas explícitas se constituem num variado leque, quase caleidoscópico, que exige, no mínimo, um tratamento em separado. Na próxima seção, nos dedicamos a detalhar as políticas e seus instrumentos segundo sua orientação, se pelo lado da demanda ou pelo lado da oferta.

3. PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE INOVAÇÃO

Uma subdivisão em políticas pelo lado da demanda e pelo lado da oferta costuma ser útil à compreensão do sentido das ações de política de inovação. As políticas pelo lado da demanda, especialmente por envolverem definição de normas técnicas (tanto nas regulações, na padronização, como nas compras governamentais para inovação), influenciam fortemente a direção da mudança tecnológica, enquanto que os mecanismos de oferta, quando conseguem diminuir os custos dos processos de inovação, costumam influenciar mais a velocidade dos processos de inovação (Figura 1).

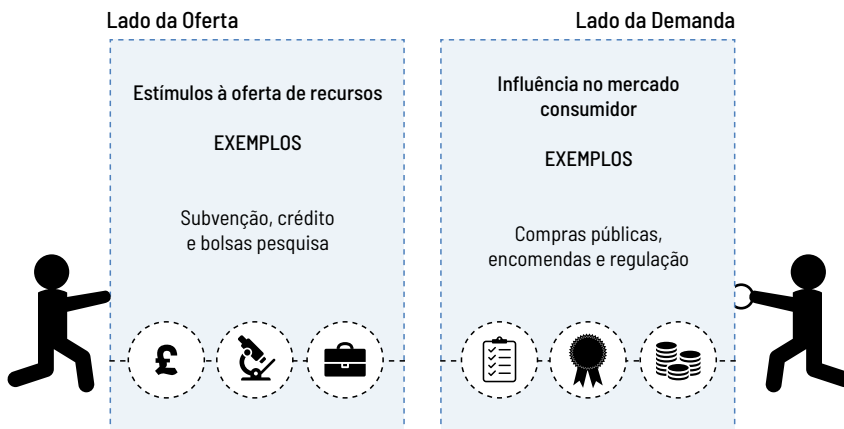
Um olhar sobre as políticas tipicamente analisadas revela que as ações pelo lado da oferta são mais reconhecidas. Essas consistem basicamente em medidas para incentivar o aumento do investimento em inovação das empresas, por meio da redução do custo das atividades de inovação. Tanto o pensamento mais ortodoxo das falhas de mercado (externalidades), quanto a abordagem neo-schumpeteriana de constante desequilíbrio apresentam fortes argumentos a respeito da conveniência de instrumentos pelo lado da oferta, o qual se soma ao caráter de alto risco percebido pelo mercado privado de capitais, quando considerados projetos com necessidade de P&D de longo prazo. Entre

7. Aqui a inovação é entendida enquanto uma estratégia de sobrevivência da firma que compete com outras estratégias, como, por exemplo, o lobby político, a reengenharia, a cópia e imitação, etc.

os instrumentos estão: (i) subsídios e concessões diretas às empresas, como subvenção ao P&D; (ii) crédito com taxas de juros subvencionadas; (iii) aquisição de parte do capital de empresas inovadoras nascentes; (iv) incentivos à pesquisa pública universitária e à ampliação da cooperação com o setor privado; e (v) bolsas de pesquisa e incentivos públicos ao treinamento de pessoal das firmas.

Já as políticas pelo lado da demanda consistem em ações públicas para induzir inovações e/ou direcionamento da difusão das inovações, por meio do crescimento da demanda, definindo novos requerimentos funcionais para produtos e serviços ou o aumento do envolvimento dos usuários (clientes) no processo de inovação (EDLER, 2013). Estas políticas, ao contrário de empurrar, “puxam” as empresas para determinadas rotas tecnológicas, inovações ou tecnologias. De forma geral, as políticas de inovação mais evidentes que atuam pelo lado da demanda são as compras públicas para a inovação, as encomendas tecnológicas e a regulação.

Figura 1 – Tipologia de políticas de inovação



Fonte: Livremente traduzido de Nesta. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/innovationpolicycollab_innovationpolicytoolkit.pdf

Essa subdivisão revela um grande conjunto de instrumentos à disposição da política de inovação. A experiência tem revelado que a combinação desses instrumentos tem maior efetividade do que seu uso isolado (OECD, 2011). Isto é particularmente relevante quando as tecnologias a serem incentivadas são de desenvolvimento ainda muito incipientes, mesmo que possam ter alto potencial, como as tecnologias verdes, tidas como promessas de uma nova revolução tecnológica (PEREZ, 2004; MAZZUCATO, 2014). Na sequência, dentre todos os possíveis instrumentos, discutem-se quatro. Os incentivos fiscais financeiros à inovação, pelo lado da oferta, e as compras públicas e encomendas tecnológicas, pelo lado da demanda.

Quadro 1 – Instrumentos, orientação geral e objetivos⁸

Instrumentos	Orientação		Objetivos							Discurso	Ativos complementares
	Oferta	Demanda	Aumento do gasto em P&D	Habilidades	Acesso a conhecimento	Capacidades sistêmicas	Fortalecimento da demanda	Conjunto legal			
Incentivos fiscais	●●●		●●●	●OO							
Investimento direto	●●●		●●●								
Venture capital	●●●		●●●								
Treinamento	●●●			●●●							●●●
Crédito subsidiado	●●●		●●●								
Propriedade intelectual	●●●				●●●			●OO			
Empreendedorismo	●●●				●●●						
Serviços técnicos	●●●				●●●						●●O
Clusters regionais	●●●					●●●					
P&D colaborativo	●●●		●OO		●OO	●●●					
Redes para a inovação	●●●					●●●					●●O
Suporte à demanda privada		●●●					●●●				●OO
Compras públicas para a inovação		●●●	●●O O				●●●				
Encomendas tecnológicas	●●O	●●●	●●O				●●●				
Prêmios e concursos	●●O	●●O	●●O				●●O	●●●			
Normas e padrões	●●O	●●O					●OO	●●●			
Regulação	●●O	●●O					●OO				
Prospecção tecnológica	●●O	●●O							●●●		

Fonte: Livrementemente traduzido e adaptado de Edler et al. (2013).

8. Sendo: ●●●: relevância forte do instrumento para determinada orientação e objetivo declarado; ●●O: relevância moderada; e ●OO: relevância baixa.

3.1 Políticas e instrumentos que atuam pelo lado da oferta

As políticas que atuam para garantir as condições de oferta de inovações privadas visam, sobretudo, fornecer apoio financeiro e não financeiro à firma, de forma a estimulá-la a incorrer na incerteza do processo inovativo. Isto é, dada a presença inexorável de incerteza, o Estado procura, mediante uma ação subvencionada, estimular a realização de atividades que normalmente não seriam realizadas pelas firmas.

Nesse sentido e como já mencionado, muitas são as formas de realizar tal estímulo. Abordaremos aqui as duas mais contundentes, os incentivos financeiros na forma de subvenção econômica a projetos de inovação e os incentivos fiscais.

Pode-se somente colocar “o primeiro incentivo é a forma mais adequada de se estimular atividades de alta incerteza. Em geral, por destinar-se a financiar as fases iniciais da P&D, as quais, não seriam realizadas sem o apoio governamental.

Nesta forma de incentivo, o Estado, mediante seleção pública e avaliação de projetos privados, fornece recursos não reembolsáveis para que as firmas invistam em seus projetos de P&D. É comum que estes recursos sejam concedidos mediante alguma contrapartida financeira por parte da firma beneficiária. Por exemplo e *grasso modo*, num projeto orçado em R\$ 1 milhão, é possível que o Estado forneça, a fundo perdido, R\$ 800 mil e exija que os R\$ 200 mil restantes sejam investidos pela própria beneficiária. O fato essencial é que o Estado se compromete a financiar a maior parte do esforço de P&D. É importante mencionar ainda que na subvenção não se cobra por sucesso no projeto de P&D. Da firma beneficiária se espera apenas que se realize esforço no projeto aprovado.

Como se trata de recursos a fundo perdido, a subvenção econômica é um instrumento que exige certa maturidade institucional nos componentes do Sistema Nacional de Inovação. Ela pressupõe, sobretudo, capacidade de julgamento por parte da concedente e verdadeira demanda por recursos destinados a projetos de P&D mais complexos.

Uma forma alternativa de realizar apoio não reembolsável para projetos privados de inovação se dá por meio do fornecimento de crédito subvencionado. Isto é, o Estado, também mediante seleção pública e aprovação de projeto, fornece crédito a taxas mais baixas que as praticadas no mercado, no sentido de estimular a realização de atividades inovativas pelas firmas.

A diferença entre a captação dos recursos pelo Estado e o que é, de fato, cobrado das empresas beneficiárias é a subvenção e diz respeito a um recurso concedido a fundo perdido. Ou seja, com o objetivo de estimular uma atividade socialmente desejável (no caso, a inovação), o Estado fornece recursos com taxas

inferiores ao praticado no mercado, arcando com a diferença.

Esse é um instrumento fundamental quando o Sistema de Inovação possui taxas de juros reais elevadas e quando o mercado privado não oferece opções adequadas à incerteza da atividade inovativa.

Aqui também é relevante mencionar que, diferente da subvenção pura, os recursos captados via operações de crédito devem ser devolvidos. É evidente, contudo, que os períodos de carência e o número das prestações são mais favoráveis no caso do crédito para a inovação do que para o crédito em geral.

Esses dois mecanismos, que possuem uma ampla gama de variantes, são operados por bancos de desenvolvimento, cujas missões institucionais estão associadas à atuação em falhas de mercado e não na competição com instituições privadas.

Enquanto a subvenção é destinada para as situações nas quais o esforço inovativo ainda está longe do desenvolvimento final do produto ou do processo a ser lançado no mercado, o crédito, por exigir devolução de valores, é mais adequado a situações nas quais a inovação está prestes a ser lançada.

No espectro oposto de formas de apoio que atuam pelo lado da oferta, têm-se as isenções fiscais. Isto é, o abatimento do imposto devido em função da realização prévia de esforço inovativo.

Nessa forma de apoio, a empresa inovadora deve, após a realização da atividade inovativa, pleitear diminuição no imposto a ser pago, seja ele em função da renda ou mesmo da produção. As formas como as isenções fiscais são calculadas e executadas variam muito de país a país. Mas o essencial, nesse caso, é o fato de que o Estado premia as empresas que realizam esforços inovativos.

Por diminuírem o montante total arrecado pelo governo, as isenções fiscais são também conhecidas como gastos tributários. Ou seja, uma forma especial de gasto que diminui a receita do governo.

As isenções fiscais garantem alívio financeiro às empresas inovadoras e atuam no sentido de aumentar a renda disponível em períodos subsequentes de forma a estimular que elas continuem realizando tais atividades. Trata-se, portanto, de um instrumento que atua no estímulo à oferta de inovações pelas empresas.

Depois da crise de 2008, se observou, no mundo desenvolvido, um aumento substancial deste instrumento no mix de políticas de inovação. Claramente esse aumento se deve à grave restrição fiscal e ao fato de que, apesar de impactar negativamente a receita, a isenção fiscal não é propriamente um desembolso.

Em geral, isenções fiscais são instrumentos mais adequados a grandes empresas que já realizam atividades inovativas e que possuem recursos próprios para tanto, muito embora existam hoje no mundo uma miríade de tipos de isenções.

Finalmente, os instrumentos que atuam pelo lado da oferta “empurram” as empresas para direções por elas estabelecidas. Isto é, a definição do que será lan-

çado, qual rota tecnológica será explorada e sobretudo, qual inovação será desenvolvida ficam a cargo da empresa beneficiária. Nesse tipo de política, pelo lado da oferta, não cabe ao Estado determinar o que deve ser feito. Isso só ocorre a partir de instrumentos que atuam pelo lado da demanda.

3.2 Políticas pelo lado da demanda⁹

As políticas que atuam pelo lado da demanda (*demand side innovation policy* - DSIP) têm por objetivo garantir o mercado consumidor, seja privado, ou público para inovações e desenvolvimentos tecnológicos específicos. Ou seja, ao contrário de garantir as condições para que as firmas ofertem inovações, as DSIP estimulam o desenvolvimento, introdução e difusão de inovações e tecnologias específicas, as quais são definidas pelo Estado. As DSIP “[...] se referem a um conjunto de instrumentos voltados para articular ou aumentar a demanda e/ou melhorar as condições para a difusão de inovações no mercado” (EDLER *et al.*, 2013, p. 33-34).

Para Kaiser e Kripp (2010) existem três razões para o emprego das DSIP: i) a grande concentração das políticas de inovação no lado da oferta; ii) elas garantem informação sobre demandas futuras e conseqüentemente diminuem a incerteza do ambiente econômico; e iii) a demanda por soluções a grandes desafios sociais dificilmente é satisfeita pelo mercado.

A essência das DSIP está relacionada ao emprego do poder de compra do Estado e do monopólio legal para atingir objetivos secundários. Isto é, além de adquirir produtos e serviços necessários à execução das atividades mais rotineiras e garantir o cumprimento de leis e normas, as DSIP procuram, ao mesmo tempo, promover a inovação e o desenvolvimento tecnológico.

Por exemplo, numa aquisição governamental para iluminação pública, por que não preferir produtos inovadores? Ou, se existe uma demanda por iluminação e um desejo de diminuir o consumo de energia, por que não demandar à indústria o desenvolvimento de lâmpadas mais eficientes e duráveis?

Analogamente, ao exigir etiquetagem de eficiência energética em veículos automotores, por que não exigir que os níveis de certificação sejam cada vez mais desafiadores?

Em outras palavras, é possível estimular a criação e consolidação de mercados consumidores para determinadas inovações e tecnologias apenas com o aproveitamento da atuação rotineira do Estado na economia. De todas as formas possíveis de fomentar a inovação pelo lado da demanda, a que se mostrou mais poderosa foi o instrumento das compras públicas.

9. Alguns trechos dessa seção foram originalmente publicados em: RAUEN, A. Racionalidade e primeiros resultados das políticas de inovação que atuam pelo lado da demanda no Brasil. In: RAUEN (2017).

Muito embora sejam os norte-americanos aqueles com a maior tradição no uso do poder de compra do governo como instrumento de desenvolvimento tecnológico, é na União Europeia que essa forma de fomento à inovação pelo lado da demanda ganhou um corpo teórico coerente. Assim, é possível destacar dois conceitos fundamentais: i) compras públicas para a inovação (*public procurement for innovation* – PPI); e ii) compras públicas pré-comerciais (*pre-commercial procurement* – PCP).

Segundo Edquist e Zabala-Iturriagagoitia (2012), as PPI ocorrem quando uma organização pública demanda um produto ou um serviço (ou a conjunção dos dois, o que pode ser entendido como um sistema) que não existe até o momento, mas que pode (provavelmente) ser desenvolvido em um período razoável.

Daí deriva-se a primeira característica fundamental do processo de PPI, que reside no fato de a demanda vir sempre antes do momento em que o bem possa ser efetivamente entregue. Isso significa, por paradoxal que possa parecer, que se trata do processo de aquisição de um produto ou um serviço (ou ambos) ainda inexistentes. A ideia é usar a demanda pública para engatilhar o processo de inovação, ativando funções que possam levar à superação de grandes desafios relacionados à satisfação de necessidades humanas ou grandes problemas sociais, percebidos como prioritários em cada sociedade.

Por outro lado, as PCP dizem respeito a aquisições que exigem esforço formal e robusto de P&D. Diferentemente das PPI, as PCP possuem elevada incerteza e por isso, podem nunca chegar a uma inovação comercializável, bem como não são aquisições em larga escala de produtos de prateleira.

No Brasil, as PCP são conhecidas como Encomendas Tecnológicas e regidas pela lei de inovação, embora, legalmente distintas das PPI, elas guardem semelhanças, sobretudo na natureza. Ou seja, são aquisições de serviços de P&D destinadas à superação de desafios sociais. Sejam eles restritos, sejam eles catalíticos.

Tanto as PPI quanto as PCP sugerem como estratégias de fomento a inovação pelo lado da demanda, uma vez que empregam o poder de compra do Estado para criar e fomentar mercados para a inovação, bem como sinaliza as tecnologias e soluções preferidas pelo Estado. Ou seja, ao contrário de dar as condições para que as firmas ofertem inovações, esses instrumentos garantem consumo, seja dos serviços de P&D, sejam de produtos ou processos inovadores.

O Quadro 1 relaciona os instrumentos mais comuns de políticas de inovação segundo seus objetivos principais e intermediários, e orientações. Por exemplo, enquanto o crédito subsidiado e o venture capital atuam pelo lado da oferta com o objetivo principal de aumentar os gastos privados em P&D, as encomendas tecnológicas e as regulamentações agem pelo lado da demanda e objetivam fortalecer mercados inovadores.

O Quadro 1 mostra também que o leque de possibilidades, tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta, é significativo. Talvez mais importante seja os líderes tecnológicos elegem diferentes mix de políticas de inovação na definição de suas estratégias (OECD, 2018).

Isto é, atualmente, está à disposição dos países uma variada gama de instrumentos que podem ser montados de acordo com as especificidades e idiosincrasias dos países. Por exemplo, enquanto no Brasil a isenção fiscal é um pilar fundamental do mix de políticas de inovação, na Alemanha ela não é relevante (ROCHA; RAUEN, 2018).

Do ponto de vista de uma política de inovação, feita a partir da perspectiva dos sistemas nacionais de inovação, a questão central é a de construir um mix de instrumentos que permita a interação virtuosa entre os diferentes componentes deste sistema. Ao contrário de fazer apostas em apenas num ou noutro instrumento.

Todos os instrumentos listados no Quadro 1 podem ser empregados horizontal ou verticalmente, favorecendo setores econômicos específicos ou estando disponíveis para qualquer setor, dependendo apenas da estratégia. Por exemplo, o crédito subsidiado pode ser dado a qualquer projeto de P&D ou ser uma política específica para projetos de tecnologia da informação e comunicação.

4. COORDENAÇÃO, ARTICULAÇÃO E SINALIZAÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL E DE INOVAÇÃO

Até aqui procuramos dar significado ao termo “política de inovação”, destacando sua racionalidade e principais instrumentos. Para a sequência do capítulo, convém mudar o termo para política industrial, por ser a denominação mais utilizada na literatura neo-schumpeteriana, para dar significado ao conjunto de instrumentos implícitos e explícitos capazes de impulsionar processos de inovação em um território nacional.

Isso não significa dizer que elas são a mesma coisa para qualquer nomenclatura, mas que sob a visão neo-schumpeteriana a política industrial por ser concebida como parte de um mundo dinâmico, onde fatores institucionais e políticos moldam o sentido da mudança tecnológica. Pode-se dizer que a soma das políticas implícitas e explícitas de inovação assemelham-se à política industrial neo-schumpeteriana. Conforme Suzigan (2017), a Política Industrial neo-schumpeteriana visa “desencadear processos de aprendizado, acumulação de conhecimentos e criação de capacidades tecnológicas” e, de modo amplo “inclui a compatibilização com a política macroeconômica, abrange várias políticas complementares ou de apoio, implica fazer escolhas setoriais ou tecnológicas, e deve ser acompanhada por concomitante processo de engenharia institucional” (SUZIGAN, 2017, p. 1), o que remete ao ponto central dessa seção, a coordenação das políticas.

Como veremos na seção 4.2, tal coordenação envolve a articulação política, de ações implícitas e explícitas, além da gestão instrumental. Antes disso, a seção 4.1 apresenta a importância da coordenação no debate contemporâneo sobre política industrial.

4.1 O papel da coordenação nas visões contemporâneas sobre política industrial e de inovação

O papel da coordenação tem sido enfatizado por diferentes linhas de argumentação contemporâneas que consideram política industrial essencial à aceleração de processos de inovação e difusão.

Para Rodrik (2007), a política industrial no século XXI deve ser de natureza complementar às forças de mercado, realizada por um processo de colaboração estratégica entre o setor público e privado, objetivando inicialmente a descoberta dos principais obstáculos à reestruturação industrial e econômica para que, em seguida, possa-se atuar para removê-los. Esse formato distancia-se de uma visão autárquica do setor público, pelo qual determina-se a priori um conjunto de metas ou objetivos. O foco é realizar o processo de incentivos de forma correta, o que envolve um aprendizado de atores públicos e privados sobre suas oportunidades e restrições, considerando a resolução de problemas da estrutura produtiva do país. A definição dos instrumentos a serem utilizados são derivações, ou melhor, resultados dessa etapa inicial de formulação.

A política industrial (PI) envolveria um processo de descoberta (*discovery process*) da estrutura de custos subjacentes da economia, ou seja, o que pode ou não ser produzido com lucro, de forma a paulatinamente aumentar a diversificação produtiva local. A compreensão dessa estrutura de custos seria o fundamento para a definição de instrumentos da PI, capazes de incentivar empreendedores a inovar, o que inclui absorver e adaptar tecnologia estrangeira. Rodrik (2007) entende esse como um processo de autodescoberta (*self discovery*), que tenderia a diminuir a chance de que recursos destinados ao desenvolvimento industrial sejam consumidos por projetos ruins.

Ocorre que o processo de *self discovering* não ocorre por força da gravidade. Ao contrário, quanto maiores forem os atores e interesses envolvidos, maiores tendem a ser os esforços de coordenação, assim como dos instrumentos que venham a ser definidos. Importante que o custo oculto para migração de atividades produtivas esteja, em grande medida, relacionado às capacidades já acumuladas, o que define uma certa dependência do passado rumo à pretendida diversificação.

Em linha com a noção neo-schumpeteriana de tacitividade do conhecimento, Hausmann e Hidalgo (2012) reconhecem que a aquisição de novo conhecimento necessário à pretendida diversificação não é fácil e pode ser muito arriscada, por isso, a defendem por meio de uma estratégia de migração para produtos próximos dos preexistentes.

Por outro lado, Chang e Andreoni (2016) argumentaram que tal estratégia é pouco viável a países em desenvolvimento, pois suas especializações iniciais (geralmente em setores de restrita intensidade tecnológica) são demasiadamente limitadas à realização de um *catching up*. Sustentam que economias asiáticas que apresentaram crescimento elevado diversificaram sua estrutura produtiva em conjuntos muito diferentes de indústrias, desde têxteis e confecções à eletrônica, o que demandou processos bastantes complexos em diversas rodadas de políticas industriais e de inovação.

Na verdade, essa divergência decorre de diferentes compreensões teóricas sobre os caminhos que levam ao desenvolvimento. Rodrik, Hausmann e Hidalgo dão muito peso às vantagens ricardianas, ao estabelecimento do sentido da diversificação produtiva a ser objetivada pela política industrial, enquanto que Chang e Andreoni (2016) e Andreoni e Chang (2019), entendem o desenvolvimento como fruto de um processo de mudança estrutural evolucionário, o qual tende a se desenvolver de maneira desproporcional entre setores e atividades de produção, e, por isso, gera diferentes formas de tensão estrutural no processo de desenvolvimento.

Essas tensões tendem a impactar diferentemente países desenvolvidos e em desenvolvimento. Por exemplo, num país em desenvolvimento, as restrições de demanda à indústria de maquinaria podem retardar um processo de mudança estrutural, este que deveria privilegiar o adensamento desse setor. Como consequência, haverá a manutenção de restrições ao desenvolvimento não apenas desse setor, mas também de outros que dele dependem. Isso porque se trata de um difusor de progresso técnico no sistema produtivo, o que costuma envolver uma dinâmica de aprendizado virtuosa entre produtor e usuário, sobretudo pela difusão de conhecimentos tácitos incentivados pela proximidade territorial, como já destacado nos Capítulos 7 e 11.

Além disso, em um processo de desenvolvimento, tensões como essas envolvem interesses conflitantes, o que exige adaptação institucional e um realinhamento constante das políticas. Para Andreoni e Chang (2019), lidar com as mutações desequilibradoras de um processo de desenvolvimento demanda por parte dos *policy makers* o envolvimento em um processo complexo e dinâmico¹⁰ de concepção, formulação e implementação de políticas, o qual torna necessário um pacote de medidas estrategicamente coordenadas e que interajam entre si, complementando-se.

10. Complexo pois envolve coordenação de diferentes instituições e instrumentos, e dinâmico porque com o passar do tempo haverá necessidade de realinhamento do pacote interativo de medidas.

Nessa seção, procurou-se mostrar que no debate contemporâneo sobre o formato da política industrial, diferentes concepções sobre o processo de desenvolvimento econômico induzem a formas diferentes de intervenção. Mas, em qualquer uma delas, uma mudança institucional precede a mudança produtiva, o que pressupõe certo nível de coordenação central realizado pelo Estado, o que exige uma sintonia fina entre políticas, instrumentos e objetivos. Isso não implica onipresença, nem mesmo uma estratégia de cima para baixo, mas relacionamento virtuoso entre atores públicos e privados, assim como entre elementos explícitos e implícitos da política.

4.2 Três dimensões da coordenação: política, da política econômica e da gestão de seus instrumentos

As três formas de coordenação tratadas aqui foram apontadas em Suzigan (2017). Atenção maior foi dada à coordenação política, pelo compartilhamento dos autores com Joseph Schumpeter do princípio epistemológico de que a Economia é ontologicamente Política. A elaboração foi realizada sob a ótica das convenções de desenvolvimento (ERBER, 2011) e procura dar uma noção inicial da dificuldade de levar a cabo uma estratégia de desenvolvimento centralizada nas políticas industrial e de inovação em um ambiente democrático.

A coordenação política é difícil, especialmente em democracias pluripartidárias, pois as eventuais necessidades de realizar concessões para manter o vigor da PI podem, ao contrário, implicar na evaporação das expectativas dos formuladores. Se a formulação aponta para trajetórias tecnológicas desafiadoras, mas os *lobbies* políticos e econômicos reforçam trajetórias mais elementares, é evidente que a política não resultará nos benefícios previstos na elaboração inicial. Se empiricamente, a dinâmica conflituosa que influencia a transformação da política industrial pode ser suficiente para explicar certos retardos na eliminação de gargalos estruturais para o avanço industrial, teoricamente, torna-a parte de um processo de “economia política institucional”, algo muito distante de um processo técnico (CHANG, 1993). Em tal processo, os *policy makers* têm um papel central em gerenciar uma complexa teia de interesses conflitivos em torno de uma certa visão de desenvolvimento (ANDREONI; CHANG, 2019).

Essa imersão em um contexto político particular reforça a importância do comando da PI por uma liderança política forte, socialmente legitimada e politicamente hábil. Rodrik (2004) defende que seja uma liderança incontestável, equivalente ao presidente da república.

Aqui queremos ressaltar dois elementos analíticos importantes para pensar tal coordenação política: (i) em ambientes democráticos, a força de qualquer liderança política pode ser um fenômeno de curto prazo, fruto de expectativas ilusórias da população e de outros políticos; e (ii) a PI em sentido amplo é o elemento cujos resultados se medem em longo prazo onde ajustes de percurso serão sempre necessários, dado o ambiente dinâmico e a complexidade institucional em que a esta se insere. Como, então, sustentar em longo termo uma estratégia consistente de Política Industrial nessas circunstâncias?

Para arriscar uma resposta, é preciso ter em mente que definido o sentido das mudanças estruturais pretendidas, o processo decorrente carregará níveis de incerteza desafiadores à coordenação estratégica. Sendo a PI o centro da estratégia, sua força dependerá do balanço entre um conjunto de variáveis que a reforçam (por exemplo, bons resultados de curto prazo) em contraposição às que a enfraquecem (por exemplo, poder dos *lobbies* contrários).

Para lidar com essas incertezas, as sociedades contam com as instituições, ou “regras do jogo”. Elas moldam comportamentos e, por isso, ajudam a acomodar o processo de coordenação estratégica. Num caso hipotético, mas não muito distante da realidade, pode-se admitir que, com o passar do tempo de execução da PI, as circunstâncias políticas derivadas da atuação dos *lobbies*, tornem necessária a inclusão de setores a serem incentivados, mesmo que isso não esteja profundamente compartilhado pelas preferências dos definidores da PI. Mas, se as regras do jogo forem de que só há recursos à inovação, será esse o sentido do apoio também aos setores dos *lobbies*. Isto significa dizer que a concessão do governante manteve-se dentro de um espectro desejado pela sociedade. Nesse caso, a ação dos *lobbies* influenciou o escopo e a potência (pois os recursos terão de ser distribuídos a mais setores), mas não o sentido da PI (inovação).

Adicionalmente, é importante ter em mente que o atendimento aos *lobbies* precisa estar sustentado em um certo nível de aceitação social. Oras, se os eleitores foram convencidos a votar em propostas de política para apenas um ou dois setores, pode-se acreditar que haverá resistência social a ampliações de escopo. Essa compreensão da população/eleitores, em geral, deriva de metáforas associadas aos problemas estruturais, capazes de fixar no entendimento da população o caminho a ser seguido (ERBER, 2011). Estas metáforas acabam por conformar modelos mentais compartilhados entre os atores sociais e políticos, os quais, em última instância, definem uma convenção de desenvolvimento, capazes de dar sustentação a uma estratégia de desenvolvimento de longo prazo. Assim, são as expectativas dos atores sociais e políticos sobre a mudança estrutural e os resul-

tados de curto prazo os elementos centrais à sustentação de uma estratégia de longo prazo centrada na PI, em um ambiente democrático.¹¹

A constituição de uma convenção de desenvolvimento econômico supõe uma teleologia subjacente, que estrutura as expectativas e comportamentos individuais. É essa teleologia que, sustentada por modelos mentais compartilhados, precede e ampara a liderança política (Rodrik, 2004) necessária à realização de uma PI de longo prazo. Ela também serve de apoio ao processo de gestão do conflitos de interesses que surgirão durante a elaboração e implementação da PI, destacado por Chang e Andreoni, (2016).

A contestabilidade da liderança política está, portanto, diretamente associado à força da convenção de desenvolvimento que a sustenta. Alta contestação significa baixa capacidade de comando. Desta mesma maneira baixo nível de contestação (e alta capacidade de comando) seria a única forma de promover uma política industrial de longo prazo, voltada a superar as debilidades de países democráticos e de renda média, o que remete ao valor político da colaboração estratégica (e não centralizada no Estado) entre governo, empresas e entidades do setor privado, frente a dinâmica contemporânea de mudança tecnológica.

Enfim, até aqui procurou-se mostrar que a intervenção sobre o complexo processo de mudança tecnológica, explorado em capítulos anteriores, é tarefa complexa e arriscada, o que torna, no mínimo conveniente, senão essencial, a sustentação da política industrial em modelos mentais compartilhados por atores políticos e sociais, de forma que seus resultados de longo prazo tenham tempo para se revelar.

O desafio fica mais claro quando são levantados aspectos marcantes do sucesso de experiências internacionais, tais como: uma visão estatal lúcida e crível sobre o futuro da economia; uma sofisticada elaboração de PI que reflita a natureza e a extensão dos obstáculos a serem superados; uma integração de atores públicos e privados em torno da definição de um conjunto de objetivos e metas, sem que interesses públicos sejam capturados pelos privados; a capacidade estatal de gerir conflitos entre as partes e de compatibilizar e coordenar um amplo conjunto de outras políticas que influenciam os objetivos da política industrial,

11. Apenas uma convenção de desenvolvimento de cunho desenvolvimentista seria capaz de dar à política industrial a centralidade há muito defendida, o que inclui sua compatibilização com a política macroeconômica (SUZIGAN, 1996; COUTINHO, 2002). Fácil notar que a defesa da institucionalização da política industrial em sentido amplo adequa-se ao conceito de desenvolvimentismo de Fonseca (2015), por seu caráter estratégico, deliberado e intencional no que tange à intervenção estatal, assim como, pelo objetivo de promover uma liderança industrial por meio do aumento de sua produção e da produtividade.

como por exemplo a de comércio exterior, de financiamento, as de incentivos setoriais e tecnológicos, as de regulação, assim como as sistêmicas, de investimento em infraestrutura, em ciência, tecnologia, educação e macroeconômicas (CHANG, 1994; CHANG; CHEEMA; MISES, 2002, SUZIGAN, 2017).

De fato, a **coordenação da política econômica** em geral, mas especialmente da macroeconômica com a PI, é um desafio de alto potencial pelos efeitos de retro-alimentação que possuem. A discussão sobre a conveniência da construção de um regime macroeconômico complementar a uma estratégia industrial não é nova (SUZIGAN, 1996; COUTINHO, 2002), e a crítica vem sendo reforçada continuamente, dando destaque ao papel sabotador que um regime macroeconômico perverso pode ter aos intentos e ações da política industrial e de inovação (CANO; SILVA, 2010; DINIZ, 2017; SUZIGAN; FURTADO, 2010; NASSIF; BRESSER-PEREIRA; FEIJO, 2017).¹²

O debate destaca a não neutralidade de políticas de cunho horizontal. Taxa de câmbio, investimentos em infraestrutura ou mesmo em educação tecnológica possuem vieses, que necessariamente afetarão a coordenação e a própria eficiência da política de inovação. Como destacaram Stiglitz, Lin e Monga (2013):

Mesmo os economistas que se opõem à política industrial setorial (as chamadas políticas “verticais” para apoiar indústrias específicas) reconhecem a necessidade de uma política industrial ampla, neutra e “horizontal” (que não se concentre em indústrias específicas). No entanto, as linhas entre os dois podem ser embaçadas. Tudo o que os governos fazem ou optam por não fazer pode ser capturado por interesses. Uma política cambial específica pode ser apresentada como “neutra” e “de base ampla”. No entanto, sabemos que alguns setores, indústrias, grupos sociais e até regiões são sempre favorecidos ou penalizados por qualquer postura sobre a taxa de câmbio. Mesmo quando não há mudanças, alguns se beneficiam enquanto outros perdem (STIGLITZ; LIN; MONGA, 2013, p. 03).

É nessa direção que Chang e Andreoni (2016) entendem que um ciclo virtuoso de industrialização é possível apenas dentro de certas condições macroeconômicas, em particular, de gerenciamento da demanda, o que abre um novo campo de estudo para a política industrial.

O debate sobre gerenciamento macroeconômico da demanda e o papel da

12. Tais autores debitam na conta do sistema de metas para inflação um elevado peso à ineficácia da PI, ou seja, a PI estaria “enxugando o gelo”, continuamente gerado por um regime macroeconômico perverso (câmbio baixo e juro alto). Não obstante, não é raro o entendimento de que as medidas explícitas de política industrial tenham sido menos potentes do que seria necessário para impulsionar o processo de mudança estrutural schumpeteriano no Brasil (SCHAPIRO; 2013; PACHECO; ALMEIDA, 2013).

política industrial vem sendo realizado por duas correntes desenvolvimentistas no Brasil. A social-desenvolvimentista (BASTOS, 2012) procura explorar o amplo potencial do mercado interno e sustenta que o movimento da capacidade de exportar deriva-se dos ganhos de escala e de produtividade, permitidos pela expansão do mercado interno (BIELSHOWSKY, 2012), ao passo que a política industrial serviria como uma aceleradora do processo de transformação da especialização produtiva em prol de setores mais complexos. Enquanto que a estratégia novo-desenvolvimentista, de Bresser-Pereira, Nassif e Feijó (2016), parte do princípio de que a riqueza em recursos naturais do território brasileiro permite a obtenção de rendas ricardianas de exportação em produtos primários e manufaturados intensivos em recursos naturais, o que determina uma doença holandesa crônica, incompatível com o desenvolvimento industrial pelo impacto estrutural (e crônico) à valorização da moeda brasileira em longo prazo. Tal fenômeno estaria limitando a capacidade competitiva de empresas industriais intensivas em escala e tecnologia, mesmo que essas operem com níveis similares de capacidade tecnológica e organizacional de suas concorrentes internacionais. Enfim, a valorização estrutural da moeda nacional limita a competitividade nacional.

Com isso, Bresser-Pereira, Nassif e Feijó (2016) e Nassif, Bresser-Pereira e Feijó (2017) entenderam que a perseguição da taxa de câmbio de equilíbrio industrial da balança de comércio seria um ponto de inflexão à abertura de possibilidades de eficácia de uma política industrial que, em sentido amplo, considere todos os mecanismos verticais e horizontais poderosos suficientes para produzir efeitos dinâmicos à economia (RODRIK, 2004).

Remetendo-nos às convenções de desenvolvimento (ERBER, 2011), vale dizer que os avanços acadêmicos representam algo como “um núcleo duro” de conhecimentos ao qual recorrem os defensores de qualquer convenção de desenvolvimento quando pretendem compreender os fatos. Por essa razão, o novo e o social desenvolvimentismo representam as linhas mais promissoras à inserção da política industrial em sentido amplo no centro de uma estratégia de desenvolvimento de longo prazo.

Seguindo Suzigan (2017) o último desafio da coordenação da PI é da **gestão institucional de seus instrumentos**. Este consiste em dar coerência e organicidade às “instâncias de concepção, formulação, implementação e monitoramento da política” (SUZIGAN, 2017, p. 10). Isso inclui, a gestão em torno de (i) escolha de modelos “de cima para baixo”, planejados centralmente, cuja implementação e aplicação tendem a utilizar principalmente instituições nacionais/federais; ou de “baixo para cima”, em que especificidades locais tendem a ser mais reconhecidas e instituições locais a serem utilizadas na implementação da PI. Andreoni e Chang (2019) notaram que modelos híbridos são frequentes e a con-

figuração final depende da maneira pela qual o país enquadra sua política industrial e os diferentes atores no projeto de desenvolvimento.

Isso remete ao desafio de compatibilizar instrumentos de diferentes instâncias, os quais tendem a estar voltados a diferentes dimensões da economia. Há políticas estritamente setoriais, como por exemplo, aquisições públicas para a inovação em produtos farmacêuticos, como também há outras específicas para determinados portes empresariais, como os financiamentos à inovação de micro e pequenas empresas, ao passo que outras podem ser voltadas a uma parcela específica de empresas, como a promoção de exportação. O desafio aqui é evitar debilidades, tais como: (i) a duplicidade de esforços e conflitos institucionais; (ii) a complexidade institucional, derivada do amplo número de instituições criadas em contextos anteriores; (iii) a dificuldade de articulação intragoverno e do governo com o setor privado, derivada da excessiva burocratização do processo decisório e da própria complexidade institucional; e a consequente (iv) rigidez institucional necessária na adaptação à dinâmica produtiva e tecnológica contemporânea (SUZIGAN; FURTADO, 2010).

De fato, todo o aparato do Estado moderno, ministérios, secretarias, agências reguladoras, agências executoras, etc., foi construído de forma compartimentalizada, mas não apenas no Brasil. Pululam nos sites oficiais dos governos de economias ocidentais organogramas com repartições estanques com missões e razões próprias de existir. Esses organogramas também acabam por representar os diferentes grupos de poder e seus interesses, a academia, o empresariado, os produtores rurais, etc. Essa representação, fragmentada por significado, é de difícil direcionamento, mesmo na presença de um projeto de país coeso e compartilhado.

De qualquer forma, a adequação institucional ao mundo dinâmico neo-schumpeteriano de órgãos, cujas missões e competências estão há muito enraizadas, certamente não é algo simples, mas é a saída mais promissora.

Nessa seção, procuramos dar ênfase à coordenação no processo de construção de uma política de desenvolvimento focada na intensificação da capacidade de inovação em um território. Além de destacá-la como aspecto essencial da discussão contemporânea sobre o papel das políticas industriais e de inovação, brevemente discutiu-se a coordenação política em um ambiente democrático para a formação de uma convenção de desenvolvimento pró-inovação, apresentando a relevância da coordenação da política econômica e da gestão dos instrumentos.

CONSIDERACOES FINAIS

A política de inovação, apesar de recente e muito em voga, é tributária de um movimento antigo. A dinâmica econômica neo-schumpeteriana aponta que sua atual configuração jamais poderá ser dissociada da emergência de um novo paradigma tecnoprodutivo, introduzido na década de 1970 do século passado (ver Capítulo 2).

Na medida em que esse novo paradigma se difundiu e alterou as formas de produção mais rotineiras, o conceito de inovação também ganhou destaque. De fato, já na primeira década do novo século, a questão da inovação e sua própria denominação mais *lato sensu* tornou-se onipresente.

A introdução de um novo conjunto de tecnologias, que podem ou não fazer parte do movimento iniciado em meados de 1980, ajudou a tornar ainda mais presente o termo, mesmo que de forma equivocada. Assim, os conceitos de Internet das Coisas (IoT), *blockchain*, *machine learning*, inteligência artificial apenas alimentam a imaginação de fazedores de políticas, no sentido da política explícita de inovação.

Esse capítulo procurou resgatar o sentido original e econômico da inovação e, com isso, lançar alguma luz no real valor do formato de intervenção que importa à lógica neo-schumpeteriana.

Foi chave, nesse sentido, a discussão da incerteza, que deriva do desconhecimento a respeito das possibilidades tanto, econômicas quanto, tecnológicas da inovação. Também foi fundamental compreender que, embora as firmas dependam da inovação, elas tendem a investir menos do que o socialmente desejável nessa atividade.

A percepção sobre o conjunto de motivos que sustentam essas atitudes empresariais fez surgir um conjunto amplo de instrumentos da política explícita de inovação. Para maior detalhamento, a seleção de alguns poucos instrumentos tanto pelo lado da oferta, como pelo da demanda, foi definida, considerando-se a frequência com que são utilizados, mais do que por critério de importância.

As considerações sobre a forma da política de inovação foram complementadas pela introdução das políticas implícitas, que podem servir tanto de propulsores da atividade inovativa, como de aniquiladoras dos intentos da política explícita.

Essa compreensão remete à essencialidade da convergência entre políticas explícitas e implícitas, tratada como desafio da coordenação de políticas na última seção. Nela lembramos que a complexidade do desafio envolve diferentes formas de coordenação. Avançamos ao incluir a perspectiva ontológica das convenções de desenvolvimento, chamando atenção para elementos sociais, políticos e econômicos capazes de sustentar uma estratégia de política industrial de longo

prazo. Viu-se ainda que há no Brasil importante debate em torno de formas de gestão macroeconômica da demanda agregada e o papel da política industrial, o que é campo novo e fértil para avanço acadêmico, uma vez que não há avanço industrial e tecnológico sem demanda.

Finalmente, destacamos que muito se discute sobre a necessidade de um projeto nacional agregador, mas pouco se sabe sobre como atingi-lo ou mesmo como executá-lo de forma integrada. Como vimos, não há receita de bolo, tampouco simplificações eloquentes sobre como gerir a mudança institucional em torno da PI. Assim, considerando que fazer escolhas em ambientes fragmentados, embora democráticos, seja o grande desafio de uma política de inovação integrada, propomos a definição precisa de poucos objetivos, como forma de dar simplicidade e potencializar a convergência de seus instrumentos. Isso não é o mesmo que ser simplório, mas deixa claro que cumpre-se o necessário trabalho de escolher algo em detrimento de alguém e de trajetórias tecnológicas em detrimento de grupos de pressão, por mais difícil que isso possa ser. Nessa linha, tem ficado cada vez mais claro para a política de inovação contemporânea seria melhor importância eger uma missão e coordenar as políticas e instituições para seu cumprimento, como vem alertando Mazzucato (2013; 2018).

Avaliação de política de inovação

Ana Paula Macedo de Avellar

INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é discutir avaliação de política de inovação a partir de aspectos conceituais, metodológicos e de experiências recentes no mundo e no Brasil.

O debate sobre avaliação de política evoluiu conjuntamente com os diferentes formatos e instrumentos da política de inovação, que passou pelo modelo linear, pelo modelo do elo da cadeia até a compreensão da inovação como um processo sistêmico, com a abordagem neo-schumpeteriana (Capítulos 13 e 14).

Inúmeros países vêm se valendo da política de inovação, muitas vezes inserida no que se compreende por política industrial, abrangendo fomento e incentivo às empresas e setores para o desenvolvimento tecnológico. Políticas industriais e de inovação têm estado por detrás de estratégias nacionais de países que teriam conseguido fazer o processo de *catch up*, como Alemanha, Japão e Coréia do Sul. E ainda que sejam muitas as particularidades de cada país, a atuação do Estado em articular e implementar essa política tem sido, recentemente, reconhecida (Capítulo 20).

Diante das amplas e diversas experiências de política de inovação, a temática de avaliação emerge com grande relevância na atualidade. De maneira geral, a revisão da literatura a partir de experiências empíricas de avaliação apontam que as políticas de inovação vêm sendo efetivas no desenvolvimento inovativo das empresas beneficiadas. Espera-se, com este capítulo, instigar que mais pesquisadores se debrucem sobre a temática de instrumentos públicos e metodologias para avaliação de política de inovação.

O capítulo está estruturado em três seções, além desta breve introdução e das considerações finais. A seção 1 estrutura o debate sobre avaliação de política. A seção 2 apresenta as diversas metodologias disponíveis para a avaliação de políticas de inovação. A seção 3 apresenta experiências de avaliação de impacto das

políticas no mundo e no Brasil. Nas considerações finais estão alguns resultados obtidos ao longo deste estudo, além de temas de pesquisa de agenda futura para esta temática.

1. SOBRE AVALIAÇÃO DE POLÍTICA

O processo de avaliação pode ser considerado um exame sistemático do projeto inicial de política (suas metas) e de seus resultados, ou seja, uma análise de quanto os resultados efetivos se afastaram dos resultados esperados, considerando a intervenção de elementos aleatórios e o manejo do Governo. A avaliação pode ser considerada um processo que busca compreender a relevância e o efeito das atividades em atingir seus objetivos (PAPACONSTANTINOU; POLT, 1997).

Em geral, uma política pode ser avaliada sob dois aspectos: o que busca mensurar quanto a política implementada se distanciou do plano inicial (eixo plano-política); e outro que se preocupa com os efeitos econômicos gerados pela política efetivamente executada (eixo política-efeitos econômicos). O primeiro aspecto da avaliação está, portanto, centrado na análise das relações presentes no eixo que associa o plano à política.

Quanto ao primeiro aspecto (eixo plano-política), Peres (1997) afirma que essa separação entre o planejado e o realizado possui duas dimensões. Uma está no descolamento entre o desenho da política feito pelos seus planejadores e os seus executores. Outra dimensão se refere ao descasamento entre objetivos e restrições que somente aparecem *ex-post*. Ademais, deve-se ressaltar que um dos problemas que impedem o pleno manejo dessas políticas é o enfraquecimento do aparato estatal, assim como a redução de recursos financeiros disponíveis para sua realização (PAPACONSTANTINOU; POLT, 1997).

Diante da possibilidade de descasamento entre o planejamento e a implementação da política, a questão da avaliação emerge como uma ferramenta adicional na compreensão de falhas que possam ocorrer nesse processo. Ao se realizar a avaliação de uma política de inovação e o levantamento de suas limitações, pode-se, num momento seguinte, auxiliar na construção de uma nova política mais adequada às necessidades do país. Em grande parte dos casos, verifica-se que essas dificuldades de implementação ocorrem por falta de coordenação entre os agentes atuantes no sistema de inovação, como empresas, institutos de pesquisa, universidades e instituições de financiamento.

O segundo aspecto da avaliação se refere ao eixo da política e seus efeitos econômicos e tem como objetivo compreender de que maneira a política executada efetivamente afetou diretamente (e indiretamente) o desempenho dos agentes participantes e das outras esferas da economia.

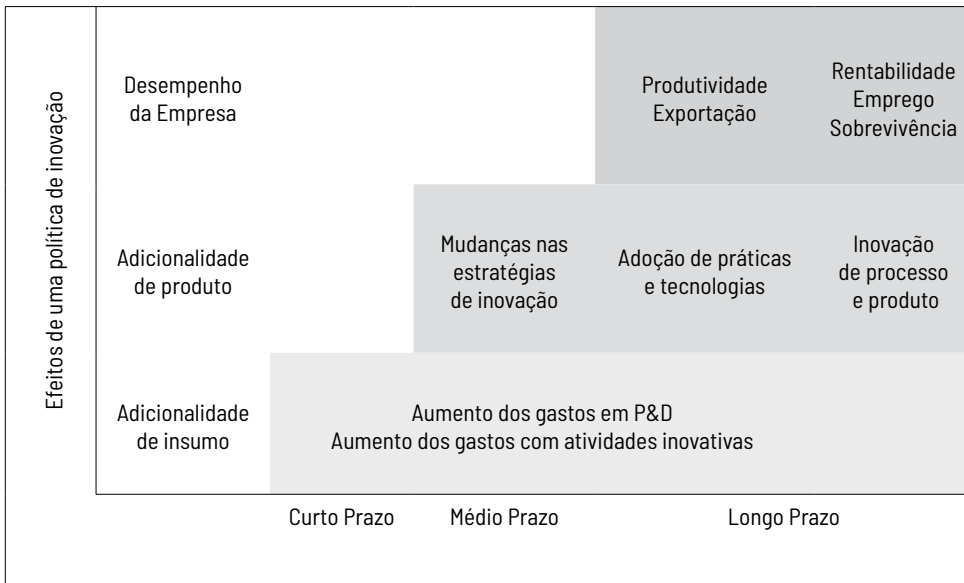
Segundo o Manual da Unicef (COSTA; CASTANHAR, 2003), os critérios mais comuns da avaliação de política são:

- **eficiência:** termo originado nas ciências econômicas que significa a menor relação custo/benefício possível para o alcance dos objetivos estabelecidos no programa;
- **eficácia:** medida do grau em que o programa atinge os seus objetivos e metas;
- **impacto (ou efetividade):** indica se o projeto tem efeitos (positivos) no ambiente externo em que interveio, em termos técnicos, econômicos, socioculturais, institucionais e ambientais;
- **sustentabilidade:** mede a capacidade de continuidade dos efeitos benéficos alcançados mediante o programa social, após o seu término;
- **análise custo-efetividade:** similar à ideia de custo de oportunidade e ao conceito de pertinência; é feita a comparação de formas alternativas da ação social para a obtenção de determinados impactos, para ser selecionada aquela atividade/projeto que atenda os objetivos com o menor custo;
- **satisfação do beneficiário:** avalia a atitude do usuário em relação à qualidade do atendimento que está obtendo do programa;
- **equidade:** procura avaliar o grau em que os benefícios de um programa estão sendo distribuídos de maneira justa e compatível com as necessidades do usuário.

A avaliação pode ser apresentada em três diferentes tipos, de acordo com os objetivos que visam atingir. A “avaliação de determinação de necessidades” realizada *ex-ante* e serve de referência para a construção da política; a “avaliação de correção” com objetivo de comprovar se a política está sendo implementada com sucesso, e, por fim, a “avaliação conclusiva” concentra-se nos resultados obtidos, podendo algumas vezes comparar a diferença de comportamento entre os setores ou empresas contempladas, ou não, pela política (SUBIRATS, 1994).

As experiências de avaliação de política de inovação concentram-se, majoritariamente, na avaliação do tipo conclusiva (avaliação de impacto), destacando-se que alguns efeitos são obtidos somente em um prazo mais longo, respeitando o próprio prazo de maturação da tecnologia (TASSEY, 2003).

Gráfico 1 – Sequência de potenciais efeitos de uma política de inovação



Fonte: Garone e Maffioli (2016, p. 245, tradução nossa).

As dificuldades para se estabelecer critérios de avaliação de uma política de inovação se deve à necessidade de se considerar que o processo de inovação gera resultados de curto e de longo prazos distintos.

O Gráfico 1 apresenta uma proposta de sequência de potenciais efeitos de uma política de inovação ao longo do tempo. É possível verificar que avaliação de impacto possui um certo grau de complexidade, uma vez que o avaliador deve considerar qual o momento em que avaliação está sendo realizada e buscar o efeito possível referente àquele momento.

Ademais, deve-se ressaltar também uma grande dificuldade na captação dos efeitos indiretos e de transbordamentos (*spillover*) das políticas de inovação, como o processo de geração de novos produtos e processos, de difusão de uma determinada tecnologia e de transbordamento do conhecimento no ambiente externo à empresa (GEORGHIOU, 1998; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

A partir da década de 1990, muitos esforços de avaliação das políticas de inovação vêm sendo observados, concentrados em avaliação do tipo conclusiva, bem como uma significativa expansão no rol de elementos que os avaliadores passaram a considerar como impactos gerados, e nas metodologias disponíveis para a avaliação.

2. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE INOVAÇÃO

Diversas metodologias vêm sendo desenvolvidas com objetivo de avaliar os programas de apoio à inovação. Na literatura internacional podem ser encontradas diversas ferramentas metodológicas, comumente utilizadas por países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá, França, Reino Unido e Alemanha, e por organismos internacionais, como Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Mundial.

Os métodos de avaliação podem ser classificados pela sua natureza qualitativa ou quantitativa, de acordo com as características do programa e o objetivo da avaliação. Dentre as metodologias qualitativas as mais comumente utilizadas são questionários, entrevistas e estudos de caso. As ferramentas quantitativas que se destacam são: *peer review*, bibliometria, análise de informações administrativas e financeiras, análise de custo-benefício, modelos econométricos, entre outros (PAPACONSTANTINOU; POLT, 1997; RUEGG; FELLER, 2003; LÓPEZ, 2009; CERULLI, 2010; CRESPI *et al.*, 2011).

Em relação às ferramentas qualitativas, a aplicação de questionário é considerada uma prática recorrente na literatura. Em sua maioria, os questionários são aplicados de forma sistemática a todos os agentes, visando à formação de uma base de dados para a realização de estudos estatísticos mais elaborados. Um dos principais pontos negativos desse método é o custo elevado e a dificuldade de obtenção de retorno das empresas envolvidas.

O estudo de caso também é um método de avaliação de política e baseia-se na análise de um participante do programa, com intuito de compreender como suas características se modificaram ao longo do tempo. Muitas vezes essa metodologia é a etapa seguinte da avaliação baseada em aplicação de questionários, pois possibilita a obtenção de informações detalhadas dos participantes individualmente e da interação destes com o programa. Nesse caso, não se faz necessária a avaliação de todo o universo dos agentes, mas sim de uma amostra, com a finalidade tão somente de cruzar suas informações com aquelas obtidas pela aplicação de questionários. Consegue-se, desse modo, reduzir um dos maiores problemas enfrentados pelas metodologias que exigem o acompanhamento contínuo das interações entre os participantes e os *policy-makers*, que é seu elevado custo. O principal problema está no fato de não possibilitar uma avaliação comparada com não participantes do programa. Ademais, muitas vezes, estudos de casos limitam-se apenas a retratar casos de sucesso, ocultando os impactos negativos do programa.

As ferramentas quantitativas mais utilizadas na literatura de avaliação são apresentadas a seguir.

A avaliação por *peer review* refere-se ao julgamento de mérito científico feito por outros cientistas especialistas que trabalham no campo de estudo em questão, contextualizando-o no debate internacional (GIBBONS; GEORGHIOU, 1987). A avaliação bibliométrica concentra-se na contagem das publicações, citações e análise de impacto da revista científica que podem ser usadas para avaliação dos efeitos das políticas de inovação na geração da produção científica. Por meio dessa metodologia, é possível realizar uma comparação da pesquisa financiada e da não financiada no que se refere à produção científica realizada (TECHNOPOLIS GROUP e MIOIR, 2012).

A avaliação com base em informações administrativas concentra-se na análise de informações administrativas (dados contábeis, número de empregados, número de clientes, tipos de atividades exercidas pelas empresas participantes). Verifica-se que a avaliação com base nessas informações apresenta limitações, pois algumas delas representam somente informações contábeis e não os resultados do planejamento das empresas sobre suas estratégias inovativas.

Outra metodologia de avaliação quantitativa disponível é a análise custo-benefício. Por meio desse método é possível comparar os custos com os benefícios gerados pela política de inovação. No caso das políticas de incentivos fiscais às atividades de P&D, por exemplo, essa metodologia propõe comparar o volume de gastos com P&D incrementado com os custos do programa, como a perda das receitas provenientes das contribuições dos impostos. Entretanto, essa metodologia se mostra insuficiente em algumas experiências de políticas de inovação, por se concentrar apenas em informações financeiras, abandonando a complexidade do processo de inovação (KÖHLER; RAMMER; LAREDO, 2012).

Uma alternativa para avaliação com uso de indicadores financeiros é o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL). Essa metodologia refere-se ao cálculo do Valor Presente Líquido do Investimento por meio do desconto do custo no benefício de um período, ou seja, subtrai-se o Valor Presente dos Custos do Valor Presente dos Benefícios. O *National Institute of Standards and Technology* (NIST) apresenta algumas metodologias financeiras para mensurar os efeitos da política, sendo o VPL uma delas. Por meio desse método, é possível mensurar o valor esperado de um projeto de P&D, em termos monetários.

Entretanto, nas últimas décadas, os estudos de avaliação de impacto concentraram-se no uso de ferramentas econométricas. Essa metodologia produz análise um pouco mais refinada em termos de dados quantitativos, buscando mensurar a diferença de performance entre empresas beneficiadas pelo programa em relação a um grupo de controle de não beneficiadas. A avaliação de impacto de políticas apresenta grandes dificuldades na sua execução, dada a impossibilidade de observação dos mesmos indivíduos ou empresas em situações distintas,

ou seja, podem-se obter informações sobre os indivíduos como beneficiários ou como não beneficiários de tal política, mas nunca nas duas situações (beneficiário e não beneficiário) simultaneamente (BLUNDELL; DIAS, 2008; CERULLI, 2010; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

Um dos principais problemas na mensuração dos impactos da política de inovação refere-se à existência de viés de seleção, que segundo Garone e Maffioli (2016) pode ter duas origens: a) o risco de seleção do programa, quando os administradores do programa selecionam os participantes com base em critérios específicos que os diferenciam dos não participantes; b) o risco de autoseleção quando as empresas decidem se participarão ou não do programa, considerando uma análise custo-benefício interna à empresa. Para reduzir ou eliminar o risco de viés de seleção, a literatura apresenta um conjunto de métodos econométrico quase-experimentais para avaliar o impacto da política de inovação: *Propensity Score Matching*, Diferença em Diferença, Variáveis Instrumentais e Desenho de Regressão Descontínua (RDD) (KHANDKER *et al.*, 2010).

Propensity Score Matching (PSM) pode ser considerado o método predominante na avaliação de impacto de casos internacionais apresentados por diversos autores (LACH, 2002; ALMUS; CZARNITZKI, 2001; DUGUET, 2004; LÖÖF; HESMATI, 2005; BÉRUBÉ; MOHNEN, 2009; GONZÁLEZ; PAZÓ, 2008; AVELLAR, 2009; AVELLAR; BOTELHO, 2018; CERULLI, 2010). *Propensity Score Matching* é uma técnica para determinação quase-experimentos, baseada em algoritmos de pareamento de indivíduos pertencentes a grupos distintos com o objetivo de se julgar os efeitos de um determinado tratamento. Essa metodologia PSM tem sido comumente usada para avaliação de outros programas públicos, que não necessariamente de inovação tecnológica, como, por exemplo, políticas sociais.

A técnica consiste na realização de um modelo *Probit* sobre a variável de classificação das observações e posterior utilização das probabilidades estimadas ($\phi(X'\beta)$) para formação do grupo controle (ROSENBAUM; RUBIN, 1983). Conforme apontado por Deheja e Wahba (1998), trata-se da inferência em amostras com viés de seleção em unidades não experimentais onde somente algumas unidades no grupo não experimental são comparáveis com as unidades que receberam o tratamento.

A aplicação da técnica de *matching* resultará na construção de quatro grupos:

- 1) Firms beneficiárias da política de inovação que não possuem características em comum com nenhuma outra firma (Beneficiárias Singulares);
- 2) Firms beneficiárias da política de inovação que possuem características em comum com outras firms não beneficiárias na amostra (Beneficiárias Não Singulares);
- 3) Firms não beneficiárias da política de inovação que possuem características em comum com outras firms não beneficiárias na amostra (Não Beneficiárias Não Singulares);

4) Firms não beneficiárias da política de inovação que não possuem quaisquer características em comum com outras firms beneficiárias na amostra (Não Beneficiárias Singulares).

Existem diversos algoritmos de *matching* que podem ser utilizados tais como Método do vizinho mais próximo, Radius, Caliper e Kernel. O desempenho desses métodos varia caso a caso e depende da estrutura dos dados. Segundo Caliendo e Kopeinig (2005) a escolha do melhor algoritmo de *matching* deve, sobretudo, considerar uma relação de *trade-off* entre redução de viés e aumento de eficiência (ou redução da variância). Por exemplo, o Método do vizinho mais próximo fornece mais precisão (redução de viés) para a construção do grupo de controle em relação aos outros métodos. Para checar se a distribuição do *propensity scores* é idêntica em ambos os grupos sugere-se a realização do teste Kolmogorov-Smirnov e análise gráfica (CRESPI *et al.*, 2011).

Posteriormente à realização do *matching* é realizada uma análise por meio de teste de comparação de médias e de modelos de regressão, e se concentrará nas firms do grupo (2) e (3), ou seja, comparação de firms comparáveis.

Formalmente, considerando-se a realização de um experimento, indexando por i a população de interesse. Seja Y_{i1} o valor da variável de interesse quando a mesma unidade i sujeita a aplicação do tratamento e Y_{i0} o valor da variável de interesse quando a unidade é sujeita à aplicação de um controle ou ausência de tratamento. O efeito do tratamento (τ) para uma unidade é definida por meio de $\tau_i = Y_{i1} - Y_{i0}$ e o efeito esperado do tratamento em toda a população será:

$$\tau|_{T=1} = E(\tau_i | T_i = 1) = E(Y_{i1} | T_i = 1) - E(Y_{i0} | T_i = 1) \quad (1)$$

em que $T_i = 0, 1$, significa que a mesma unidade experimental está sendo submetida ao controle e ao tratamento.

Conforme salientado por Deheja e Wahba (1998), o problema fundamental em situações não experimentais é que se pode estimar $E(Y_{i1} | T_i = 1)$, entretanto, não é possível obter $E(Y_{i0} | T_i = 1)$ e a diferença $\tau_b = E(Y_{i1} | T_i = 1) - E(Y_{i0} | T_i = 0)$ é um estimador viciado para τ .

Uma vez que as unidades de tratamento e controle diferem sistematicamente em suas características, observar $Y_{i0} | T_i = 0$, não estima corretamente para o grupo controle. O objetivo da realização de um experimento é prevenir esse viés, entretanto, conforme apontado, a partir da utilização de um conjunto de covariáveis, de tal forma que $(Y_{i1}, Y_{i0}) \perp\!\!\!\perp T_i | X_i, \forall i$, sendo $Y_i = T_i Y_{i1} + (1 - T_i) Y_{i0}$ e a independência entre os grupos simbolizada por $\perp\!\!\!\perp$.

Dada a probabilidade de uma unidade i ser submetida ao tratamento definida como:

$$p(X_i) \equiv \Pr(T_i = 1|X_i) = E(T_i|X_i) \quad (2)$$

Conforme demonstrado em Deheja e Wahba (1998), o valor da variável de interesse Y_{i0} e Y_{i1} , e , será independente da aplicação do tratamento, ou em outros termos, $(Y_{i1}, Y_{i0}) \perp\!\!\!\perp T_i | p(X_i), \forall_i$. O estimador $\tau_b = E(Y_{i1} | T_i = 1) - E(Y_{i0} | T_i = 0)$, torna-se não viciado para τ , condicionalmente à probabilidade de inclusão no tratamento, $p(X_i) \equiv \Pr(T_i = 1|X_i)$.

Outra metodologia utilizada para estimar o impacto dos programas de apoio à inovação é conhecida como *Difference-in-Difference* (DD) com *Propensity Score Matching*, também conhecida como *Double Difference Matching* (DDM). Essa metodologia consiste em uma combinação das metodologias de *Propensity Score Matching* com *Difference-in-Difference* (RAVALLION, 2005).

Com esse procedimento busca-se estimar o impacto da política considerando-se dupla diferença: antes x depois e tratado x não tratado, nos grupos de empresas beneficiadas e não beneficiadas. Esse procedimento possibilita o controle das duas principais fontes de viés: o *Propensity Score Matching* controla o possível viés de seleção proveniente das variáveis observáveis e o estimador *Difference-in-Difference* elimina alguma diferença não observável e invariante no tempo entre os dois grupos de empresas (BLUNDELL; COSTA-DIAS, 2008; LÓPEZ, 2009). Por essas propriedades, principalmente, por eliminar o possível viés invariante no tempo, ou seja, o viés de seleção, Smith e Todd (2003) consideram esse estimador superior ao *Propensity Score Matching*.

De acordo com Blundell e Costa-Dias (2008), nesse modelo, o efeito do tratamento no grupo de tratados pode ser estimado pela seguinte equação.

$$MDID = \sum_{i \in T} \{ [Y_{it1} - Y_{it0}] - \sum_{j \in C} [Y_{jt1} - Y_{jt0}] \} w_i \quad (3)$$

sendo t_1 o período depois do tratamento e t_0 é o período antes do tratamento. T e C indicam o grupo de tratamento e o grupo de controle, respectivamente, e w_i representa os pesos.

As evidências dos estudos empíricos apontam que política de inovação apresenta o problema de autoseleção e alguma incerteza nas diferenças das variáveis não observáveis entre as beneficiárias e as não beneficiárias levando a avaliações de impacto viesadas (LÓPEZ, 2009; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

A terceira abordagem de Variável Instrumental busca uma variável exógena que replique, em algum grau, as condições de escolha aleatória, ou seja, uma variável que influencie a probabilidade de participar do programa, mas que não

está relacionada com outras variáveis que afetam a variável de resultado.

É importante ressaltar que para que um instrumento tenha validade deve atender a duas condições: relevância e exogeneidade. O instrumento deve explicar a probabilidade de participar do programa de apoio à inovação, ou seja, deve estar correlacionada com a variável endógena. A segunda condição se refere à exogeneidade, ou seja, o instrumento não deve estar correlacionado com a variável de resultado, exceto por meio da participação no programa.

A construção do estimador de variável instrumental se dá em suas etapas também denominado de estimador dos mínimos quadrados em dois estágios (2SLS). A primeira etapa é constituída de uma regressão linear da variável de tratamento (T_i) com o instrumento (Z), com objetivo de captar a variação da participação que é gerada pelo instrumento (Equação 4). A segunda etapa considera o valor predito da primeira etapa (\widehat{T}_i) (Equação 5) em uma regressão linear, com a variável de resultado como variável dependente (Equação 6).

$$T_i = \pi_0 + \pi_1 Z + u_i \quad (4)$$

$$\widehat{T}_i = \widehat{\pi}_0 + \widehat{\pi}_1 Z \quad (5)$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \widehat{T}_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

Uma das maiores dificuldades do método de variáveis instrumentais é encontrar um instrumento adequado para avaliar o impacto da política de inovação (CAMERON; TRIVEDI, 2009).

Outro importante problema discutido na literatura de avaliação de impacto de política é o viés de seleção. Deste modo, o estimador do impacto da política pode estar correlacionado com características não observáveis das empresas beneficiárias e a avaliação ficar enviesada. Assim, a literatura empírica internacional sugere a metodologia de Regressão Descontínua (*Regression Discontinuity Design - RDD*), como os estudos empíricos de Benavente *et al.* (2012) e de Bronzini e Iachini (2014).

A estratégia RDD explora a descontinuidade em torno do ponto de corte para estimar o cenário contrafactual. Intuitivamente, as empresas um pouco abaixo do ponto de corte são muito semelhantes àquelas com um score um pouco acima do corte. Dado que as empresas um pouco acima do ponto de corte são semelhantes àquelas um pouco abaixo (exceto por não receberem o incentivo fiscal), as empresas um pouco acima podem ser usadas como um grupo de comparação às empresas um pouco abaixo. Em outras palavras, as empresas que não são elegíveis, mas que estão muito próximas ao ponto de corte, serão usadas como grupo de comparação, para estimar o cenário contrafactual (o que teria acontecido ao grupo de empresas elegíveis na ausência do programa) (IMBENS; WOOLDRIDGE, 2008; ANGRIST; PISCHKE, 2009; LEE; LEMIEUX, 2010; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

Na configuração RDD considera-se duas relações subjacentes entre os resultados médios e X , representado do $E[Y_i(1) | X]$ e $E[Y_i(0) | X]$. Por definição, no RDD todos os indivíduos à direita do ponto de corte estão expostos ao tratamento e todos os que estão à esquerda recebem tratamento negado. Portanto, é possível observar $E[Y_i(1) | X]$ para a direita do ponto de corte e $E[Y_i(0) | X]$ para a esquerda do ponto de corte.

$$E[Y_i(1) - Y_i(0) | X = c] \quad (7)$$

Com base na equação (7) tem-se o efeito médio do tratamento no ponto de corte c (*cutoff*).

A intuição do RDD é que uma vez que o ponto de corte é um pouco arbitrário, as empresas abaixo e acima, mas perto dele, devem ser muito semelhantes. Para Lee e Lemieux (2010) o corte arbitrário gera o que chamam de “aleatorização local”, que permite estimar o impacto do programa. Um importante pressuposto do RDD é que todas as covariáveis relevantes sejam contínuas no ponto de corte, para garantir que indivíduos de cada lado do limite possam ser considerados semelhantes (LEE; LEMIEUX, 2010).

Em RDD comparam-se as observações em um intervalo $[k-\varepsilon, k+\varepsilon]$, sendo ε um número arbitrariamente pequeno e k é o ponto de corte ou limiar. Vale ressaltar que quanto menor esse intervalo, menor é o número de observações e a amostra. Assim, para a realização de um estudo empírico é necessário afastar do ponto de corte para assegurar uma amostra suficientemente grande (GARONE; MAFFIOLI, 2016).

A RDD se apresenta de duas formas: *sharp* e *fuzzy*. A estrutura *sharp* pode ser entendida por um contexto de seleção de variáveis observáveis, ou seja, o tratamento é uma função determinística e descontínua de uma variável. A RDD *fuzzy* se diferencia da descontinuidade *sharp* dado que a variável de seleção não determina perfeitamente o tratamento e o controle, mas influencia na probabilidade do tratamento.

Assim, diante dessas alternativas de metodologia de avaliação de impacto, López (2009) ressalta ainda um elemento importante no processo de avaliação de política de inovação que se refere à disponibilidade de dados. Dada a necessidade de uma ampla gama de indicadores de esforço e desempenho inovativo é fundamental que as instituições de estatísticas mantenham regularidade em suas bases de informações e disponibilizem o mais amplo conjunto de indicadores.

À luz do exposto, a próxima seção apresenta um conjunto de experiências nacionais e internacionais que ilustram a presente discussão.

3. EXPERIÊNCIAS DE AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL

3.1 Experiências de avaliação no mundo

Nas primeiras edições de avaliação realizadas há décadas em países desenvolvidos, baseou-se, fundamentalmente, na análise quantitativa a partir de duas ferramentas: as “informações administrativas” das firmas, para captar o impacto da política sobre as vendas, e a análise de “custo-benefício”, para compreender a relação entre os ganhos e os dispêndios financeiros das empresas favorecidas pelo programa. No entanto, essas duas ferramentas de avaliação são consideradas limitadas, por resumirem os impactos da política em uma variável de caráter unicamente financeiro, não captando todas suas dimensões, desconsiderando o fato, por exemplo, de os impactos serem considerados um fenômeno socioeconômico.

Com intuito de superar as referidas limitações, a literatura especializada propõe a aplicação de metodologias para análise qualitativa, como questionários e estudos de caso. Esse tipo de ferramenta metodológica tem como objetivo compreender não somente os impactos dentro das fronteiras da empresa participante, mas também os impactos nos agentes da cadeia produtiva, do setor e da região onde a política foi implementada.

A avaliação de impacto das políticas de inovação concentra-se na análise do comportamento dos gastos em P&D, dos resultados bibliométricos, do número de patentes e do aumento de qualificação dos recursos humanos das empresas. Entretanto, esses indicadores podem não ser considerados suficientes para compreensão dos efeitos socioeconômicos diretos e indiretos de uma política de inovação, que se iniciam no processo de geração da inovação e culminam no processo de difusão de uma determinada tecnologia e na multiplicação dos efeitos positivos para toda a economia da política iniciada no interior da empresa.

Trabalhos como de David, Hall e Toole (2000) e Acevedo e Tan (2010) elaboram relevantes resenhas sobre diversas experiências internacionais de avaliação das políticas de inovação. David, Hall e Toole (2000) consideram dois níveis de agregação: estudos macroeconômicos e microeconômicos. Os autores verificam que a maior parte desses estudos testa a presença de efeito *crowding out* do apoio público em relação aos gastos privados. Com base no levantamento de 14 estudos empíricos, realizados para a indústria, os resultados apontam que somente dois comprovam a presença de efeito *crowding out* entre gasto público e privado em P&D. Ao se considerar o nível de agregação por empresa, os resultados se diferenciam, pois dos 19 estudos analisados pelos autores, nove evidenciam a presença de efeito *crowding out*, ou seja, a substituição entre o gasto público e o privado em P&D.

Em estudo mais recente, Acevedo e Tan (2010) analisam os resultados de 19 estudos empíricos que consideravam programas de apoio à inovação implementados entre final dos anos 1990 e início dos anos 2000, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. Os resultados encontrados apontam que, em geral, são encontrados efeitos positivos da política de inovação em resultados intermediários (gastos em P&D e treinamento de pessoal), e efeitos mistos para indicadores de desempenho da empresa (vendas e exportação).

A Tabela 1 apresenta 24 estudos empíricos presentes na literatura para ilustrar que a metodologia mais recorrente é a ferramenta econométrica e de experiências de países desenvolvidos.

Tabela 1 – Estudos selecionados de avaliação de política de inovação

Ano	Autor(es)	País	Período	Método	Incentivo	Conclusão*
1993	Leyden e Link	EUA, Japão,- Canadá, Suécia	1987	Fiscal	OLS	Additionality
1997	Lattimore	Austrália	1985/1996	Fiscal	Custo-Benefício OLS	Additionality
2000	Busom	Espanha	1998	Financeiro	OLS com controle	Additionality
2000	Wallsten	EUA	1990-92	Financeiro	IV	Crowding out
2002	Lach	Israel	1990-95	Financeiro	Painel	Additionality
2002	Czarnitzki e Fier	Alemanha	1994/98	Financeiro	OLS	Additionality
2003	Almus e Czarnitzki	Alemanha	95, 97 e 99	Financeiro	Matching	Additionality
2002	Bloom et al	9 países OCDE	1979-97	Fiscal	Painel	Additionality
2003	Hussinger	Alemanha	1992-2000	Financeiro	Matching Hech- man	Additionality
2004	Duguet	França	1995-97	Financeiro	Matching	Additionality
2004	Czarnitzki et al	Canadá	1997-98	Fiscal	Matching	Additionality
2004	Aerts e Czarnitzki	Bélgica	2001	Financeiro	Matching	Additionality
2005	Lööf e Hesmati	Suécia	1998-2000	Financeiro	Matching	Additionality
2006	Kaiser	Dinamarca	1998-2000	Financeiro	Matching	Não Concluso
2008	Gonzáles e Pazó	Espanha	1990-1999	Financeiro	Matching	Additionality
2008	Hall e Maffioli	Países Emergentes	Diferentes períodos	Financeiro	Matching, Painel	Additionality
2008	Ozçelik e Taymaz	Turquia	1993-2001	Financeiro	Matching OLS	Additionality
2009	Berubé e Mohnen	Canadá	2005	Financeiro	Matching	Additionality
2012	Benavente et al	Chile	1988-1997	Financeiro	Regressão Descontinua	Additionality
2016	Dechezleprêtre et al	Reino Unido	2006-2011	Fiscal	Regressão Descontinua	Additionality
2016	Bronzini e Piselli	Itália	2004 e 2005	Financeiro	Regressão Descontinua	Additionality
2017	Huergo e Moreno	Espanha	2002-2005	Fiscal e Financeiro e	Matching Hechman e	Additionality

Fonte: Elaboração própria.

A seguir algumas experiências de avaliação de políticas de inovação de países selecionados serão detalhadas, destacando a predominância do uso de métodos econométricos.

A experiência do Canadá pode ser considerada uma das mais consolidadas em termos de avaliação de política de inovação. O país possui uma estrutura de avaliação desenvolvida pelo próprio governo desde os anos 1980, fundamentalmente para avaliar os impactos dos programas de incentivos fiscais para atividades de desenvolvimento inovativo (*CANADIAN DEPARTMENT OF FINANCE*, 1997).

Um estudo recente de avaliação de política de inovação no Canadá foi realizado por Czarnitzki *et al.* (2011). Os autores utilizam-se de dados em corte transversal para analisar se o programa de incentivo fiscal a P&D gera impacto sobre a inovação das empresas beneficiadas. Os resultados encontrados sugerem que as empresas que utilizam o benefício fiscal a P&D desenvolvem novos produtos e ampliam sua parcela de vendas com produtos novos ou significativamente melhorados em relação às empresas não beneficiadas.

A política de inovação dos Estados Unidos teve uma de suas primeiras experiências de avaliação apresentada pelo estudo realizado por Mansfield (1985). O autor utilizou uma base de informações obtida com executivos de P&D para capturar os efeitos dos incentivos fiscais. Os resultados apontam que a redução de 1% no custo do P&D aumenta o gasto nessas atividades em 0,3% nas empresas beneficiadas. Nessa mesma direção, os resultados do estudo de Hall (1992) apontam que a redução de 1% no custo de P&D induz a um aumento de 0,84% dos gastos das empresas no curto prazo e de 1,5% no longo prazo.

Além dos programas de incentivos fiscais, o importante programa de financiamento *Small Business Innovation Research Program* (SBIR) foi avaliado por Wallsten (2000). No ano de 1998, cerca de US\$ 1 bilhão foi destinado ao financiamento de projetos de inovação. Um dos principais resultados desse estudo se refere à existência do efeito *crowding out* entre o gasto público e o gasto privado em P&D, ou seja, observa-se que o volume de investimento privado em P&D ocorreria independentemente do financiamento do governo. O autor justifica esse resultado pela própria seleção dos projetos feita pela agência executora do programa, pois são favorecidos os projetos que já apresentam a priori alta probabilidade de sucesso no mercado, fazendo com que a política exerça papel pouco relevante.

O caso da Espanha é discutido por Busom (1999) que avalia um programa de financiamento a P&D, instituído em 1998. A autora estima um modelo probabilístico em que a participação no programa é identificada por uma variável *dummy* para 154 empresas. A partir de diversos exercícios econométricos, conclui, por fim, que o financiamento público é capaz de induzir um maior investi-

mento privado em atividades tecnológicas, ou seja, não ocorre o efeito *crowding out*. Porém, alerta para a existência de heterogeneidade nos efeitos do programa entre as empresas, pois observa que, para duas de cada três empresas participantes, os subsídios aumentam cerca de 20% os gastos privados. González e Pazó (2008) analisam os efeitos das políticas de inovação em 2.214 empresas na Espanha, no período de 1990-1999. Utilizando-se de técnicas de *matching*, observa-se que os subsídios a P&D são capazes de ampliar os gastos totais de P&D, ou seja, verifica-se o efeito complementaridade. Vale ressaltar que, ao diferenciar porte e setor, as pequenas empresas (menos de 200 empregados) de setores de baixa tecnologia apresentaram os resultados mais virtuosos.

Özçelik e Taymaz (2008) analisam os impactos dos empréstimos e subsídios a P&D para empresas manufatureiras da Turquia no período 1993-2001. A metodologia e os resultados encontrados são muito semelhantes aos de González e Pazó (2008), dado que para as empresas de pequeno porte o efeito adicionalidade dos gastos públicos foi maior.

As políticas de apoio à inovação na Alemanha também são objeto de estudo de diversos pesquisadores. Almus e Czarnitzki (2001) utilizam-se da metodologia do *matching* para identificar se a participação das empresas no programa de apoio à inovação do governo auxiliou um maior gasto em P&D das empresas na Alemanha. O referido estudo demonstra que o efeito gerado pelo programa é significativo, positivo e diferente de zero, indicando que as empresas que receberam financiamento público realizaram uma intensidade maior de P&D em relação ao grupo de controle formado por empresas gêmeas que não foram beneficiárias do programa. Em termos monetários, os financiamentos de 100 mil unidades monetárias são capazes de gerar investimento privado em P&D no montante de 4 mil unidades monetárias (4%).

Czarnitzki e Fier (2002) estudaram os efeitos do financiamento do governo às atividades de P&D em 210 empresas na Alemanha entre 1994 e 1998. Utilizaram-se do procedimento de *matching* e concluíram que € 1,0 de financiamento gera um aumento entre € 1,3 e € 1,4 nos gastos privados. Ou seja, rejeitam a hipótese de que haja efeito *crowding out* entre gastos públicos e privados no caso analisado.

3.2 Experiências de avaliação no Brasil

A experiência de avaliação de programas de apoio à inovação no Brasil pode ser ilustrada pelos estudos de De Negri *et al.* (2008), Avellar e Alves (2008), Araújo *et al.* (2012), Rocha (2015), Avellar e Botelho (2018).

De Negri, De Negri e Lemos (2008) avaliam o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN). As evidências não

apontam para efeito substituição (*crowding out*) para as empresas beneficiadas, ou seja, verifica-se aumento dos gastos em P&D e das vendas.

Avellar e Alves (2008) avaliam os efeitos de um programa de incentivos fiscais denominado Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI). Evidências do estudo apontam que a participação no programa possibilitou um aumento de 100% nos gastos em P&D das empresas brasileiras beneficiadas. Avellar (2009), ao considerar um amplo conjunto de incentivos fiscais e financeiros, aponta para a existência de efeito *additionality*, ou seja, verifica-se que o conjunto de programas em análise possibilita a ampliação dos gastos privados em atividades inovativas.

No trabalho de Araújo *et al.* (2012) são avaliados os efeitos dos Fundos Setoriais. Os resultados encontrados pelos autores rejeitam a hipótese de *crowding out*. Encontraram-se resultados positivos da participação das empresas nos fundos de apoio à inovação quanto às variáveis de pessoal ocupado e de esforços tecnológicos (medido pela taxa de crescimento do pessoal técnico-científico ocupado).

Kannebley e Porto (2012) avaliam a efetividade dos instrumentos tributários de incentivos à pesquisa, desenvolvimento e inovação utilizados no Brasil, especialmente a Lei de Informática e a Lei do Bem. Dentre os resultados encontrados é possível destacar: a) a Lei da Informática tem sido pouco efetiva no estímulo a pesquisa e desenvolvimento nas empresas; b) a Lei do Bem apresenta resultados positivos, sendo efetiva na promoção dos gastos em P&D das empresas beneficiadas.

Rocha (2015) avaliou os efeitos do apoio governamental à inovação sobre o investimento em P&D das empresas da indústria de transformação do Brasil, a partir dos dados da Pintec das edições de 2005 e 2008. Dentre os resultados encontrados verifica-se que a política de apoio à inovação não afeta positivamente os gastos em P&D.

O estudo de Avellar e Botelho (2018) considera os efeitos das políticas de inovação nas atividades inovativas das empresas brasileiras de pequeno, médio e grande porte. Utilizando-se da técnica do *matching* e de dados da Pintec 2008, os resultados encontrados apontam que o conjunto dos programas de apoio à inovação estimula os gastos com atividades inovativas nas pequenas, médias e grandes empresas. De maneira desagregada, nota-se que os programas de Incentivos Financeiros e os programas de apoio à aquisição de Máquinas e Equipamentos são mais efetivos do que outros no estímulo aos gastos com atividades inovativas. Contudo, observa-se também que os programas de Incentivos Fiscais analisados em conjunto e desagregados (Lei do Bem e Lei de Informática) e o Programa RHAIE não se mostraram efetivos no estímulo aos gastos com atividades inovativas superiores das pequenas, médias e grandes empresas beneficiadas.

Destaca-se ainda que, em 2012, uma iniciativa foi criada pelo Ministério da

Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) denominada de “Monitor de Políticas de C, T&I”, cujo objetivo é analisar, monitorar e avaliar as políticas de inovação executadas ou financiadas pelo MCTI. Entretanto, por se tratar ainda de uma experiência recente, os resultados ainda não estão disponibilizados.

Outras iniciativas recentes apontam para um aumento da preocupação de algumas entidades do setor público em avaliar suas práticas em relação às políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Em 2018, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) realizou o I Seminário de Avaliação de Políticas de CT&I com objetivo de incentivar o debate entre pesquisadores, profissionais e gestores de áreas relacionadas ao tema, promovendo a discussão sobre a análise de políticas em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), com ênfase na avaliação de resultados e nas metodologias de análise.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto, é possível constatar que a revisão da literatura a partir de experiências empíricas de avaliação apontam que as políticas de inovação vem sendo efetivas no desenvolvimento inovativo das empresas beneficiadas.

Em relação à implementação da avaliação das políticas de inovação, o debate organiza-se, principalmente, em dois grandes temas: quanto às metodologias de avaliação e ao tipo de avaliação.

O primeiro tema se refere ao debate acerca das metodologias disponíveis e utilizadas para avaliação das políticas de inovação. Esse debate se desdobra em duas questões: a) aprimoramento das ferramentas econométricas; b) combinação de métodos de avaliação que possam mensurar tal política considerando o caráter sistêmico da inovação.

O segundo tema se refere ao tipo de avaliação a ser implementada, desagregado em duas linhas: a) necessidade de realização da avaliação da política de inovação em diversos momentos do tempo, como, por exemplo, na sua elaboração (avaliação *ex-ante*), na sua implementação (monitoramento) e nos seus resultados e impactos (avaliação *ex-post*), diferenciando também efeitos de curto e de longo prazos, bem como analisando efeitos indiretos de *spillover*; b) necessidade de realização de avaliação da política de inovação considerando o porte das empresas beneficiadas, o setor industrial beneficiado, ou seja, a estrutura industrial do país analisado.

Ciência, tecnologia e inovação: como mensurar?

Priscila Koeller
Pedro Miranda

INTRODUÇÃO

A importância da Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I), a evolução do pensamento econômico sobre a inserção e o impacto da C&T&I sobre a economia e a sociedade, e as diversas políticas (ou a ausência delas) para a sua promoção/indução foram discutidas nos capítulos precedentes. Mas, como avaliar esta importância? Como, em cada um dos modelos econômicos, representar a C&T&I? Como saber se há necessidade de políticas? Ou se elas são bem-sucedidas no que se propõem? Todas estas perguntas evidenciam a necessidade de construção de métricas que permitam identificar, mensurar e caracterizar a C&T&I em determinada economia e ao longo do tempo, e realizar comparações entre países.

Os esforços para a mensuração da C&T&I se intensificaram em meados do século XX. Na década de 1950, os primeiros bancos de dados de produção bibliográfica começam a se constituir e estatísticas de patentes foram utilizadas para representar a atividade inventiva. Na década seguinte, surge o primeiro membro da família de manuais que definem as diretrizes metodológicas para os indicadores de C&T&I - o Manual de Frascati. O empenho na elaboração dos manuais espelha a preocupação com a qualidade e contribui para harmonização conceitual, padronização e criação de infraestrutura estatística mínima de forma a permitir a comparabilidade entre os indicadores instituídos. Desde então, o surgimento dos manuais e dos indicadores vêm acompanhando os desenvolvimentos teóricos e conceituais acerca da dinâmica da C&T&I. Assim, nascem os novos membros da família: Manual de Balanço de Pagamentos Tecnológicos (1990); Manual de Oslo (1992), dedicado à mensuração de inovação tecnológica; Manual de Patentes (1994) e o Manual de Canberra (1995), relativo a recursos humanos. Outras dimensões da C&T&I foram também ganhando importância e

novos indicadores passaram a ser desenvolvidos, como aqueles relativos às tecnologias de informação e comunicação.

O objetivo neste capítulo é identificar quais são os principais indicadores utilizados para mensurar a C&T&I e apresentar as bases de informações mais relevantes para o Brasil e outros países do mundo. Para isso, na próxima seção, será feita a síntese da evolução do pensamento econômico e dos conceitos subjacentes e de como esses se refletiram na construção destas métricas. Tanto do ponto de vista do que seria mensurado, como da forma de mensuração. A seção 3 discute as qualidades desejáveis de um indicador, seguida dos principais temas e indicadores existentes. Na apresentação de cada um dos indicadores serão discutidos os conceitos, os manuais de referência para a sua construção e interpretação, a disponibilidade de informações para o Brasil, e as limitações, tanto metodológicas quanto de informação, que devem ser consideradas na sua escolha e utilização. Serão discutidos indicadores sobre os seguintes temas: dispêndios em ciência e tecnologia (C&T) e pesquisa e desenvolvimento (P&D), recursos humanos, inovação, patentes, produção científica e indicadores de tecnologias de informação e comunicação (TIC). Além desses, serão apresentadas outras estatísticas que completam a caracterização da C&T&I, como: balanço de pagamentos tecnológicos e balança comercial. Por fim, serão abordadas as lacunas e tendências identificadas para a construção de novos indicadores tendo em consideração as novas demandas e necessidades de informação frente à evolução do pensamento econômico e às alterações na economia e na sociedade.

1. OS MODELOS DE INOVAÇÃO E A EVOLUÇÃO DA MENSURAÇÃO DA C&T&I

A evolução da visão sobre a importância e o impacto da ciência, tecnologia e inovação na economia e na sociedade se traduziu em formas distintas de mensuração para permitir sua avaliação e acompanhamento. Viotti (2003) faz uma síntese dos principais modelos de inovação que serviram de base para o desenho dos indicadores de C&T&I. O primeiro modelo destacado foi o modelo linear de inovação, que estabelecia que o processo de pesquisa e desenvolvimento era composto de etapas sequenciais: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental e inovação. A pesquisa básica seria a etapa inicial do processo inovativo, seguida da etapa da pesquisa aplicada e do desenvolvimento, que resultaria, por fim, em uma inovação.

Este modelo considerava que cada uma das etapas teria um caráter essencialmente distinto de acordo com o ambiente no qual estivessem inseridas - industrial ou acadêmico. No ambiente acadêmico, as principais motivações e objetivos

que norteariam o processo inovativo estariam relacionados à pesquisa básica. O estímulo para o processo de pesquisa e desenvolvimento na universidade estaria relacionado a critérios de relevância científica e prestígio acadêmico na definição do objeto ou do assunto a ser pesquisado. A pesquisa básica não teria, então, um objetivo a ser alcançado definido a priori. O ambiente industrial, por sua vez, estaria ligado às duas etapas subsequentes do processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D), a pesquisa aplicada e o desenvolvimento. Estas duas etapas representariam principalmente os objetivos econômicos e as estratégias empresariais pela busca ao lucro gerado a partir de inovações. A pesquisa aplicada definiria seus objetivos claramente, e os meios para alcançá-los, constituindo os instrumentos necessários para que durante a etapa de desenvolvimento fosse possível a criação de novos produtos ou processos (inovação). Além de subsequentes, as etapas eram vistas como estanques e traziam a ideia de que os resultados da inovação eram determinados pelas etapas precedentes. Dito de outra forma, os insumos investidos em P&D teriam como resultado a inovação.

As críticas ao modelo linear estão apoiadas especialmente na complexidade do processo inovativo, na definição das etapas que comporiam este processo e na forma de relação que se estabeleceria entre estas etapas. Com essas críticas e o crescente reconhecimento da importância da inovação para o crescimento econômico, surgiram novas interpretações para o processo inovativo, tendo sido desenvolvidas várias teorias, dentre as quais destacam-se a teoria dos “elos de cadeia” e a abordagem sistêmica da inovação.

Um dos primeiros documentos a expressar essas críticas foi o *Technical Change and Economic Policy*. Elaborado por solicitação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD) em 1980, expressa o movimento de desenvolvimento do conceito de inovação. Neste documento, os especialistas detalham as mudanças ocorridas nos investimentos em P&D e nos tipos de inovação. Na análise fica clara a visão de que o processo de inovação não se restringe à pesquisa e desenvolvimento, embora se reconheça a necessidade de investimentos em conhecimentos básicos, enfatizando-se a necessidade de políticas para este tipo de investimento (pelas diversas restrições impostas pela natureza destes, como tempo de maturação e apropriação dos investimentos, por exemplo). O documento ressalta também a importância de outras etapas do processo inovativo, como a etapa de difusão, e da participação de outros atores, como as empresas (cuja participação será diferenciada de acordo com a atividade econômica desenvolvida), da cooperação entre os atores no referido processo como entre empresas e universidades, e do processo de aprendizado.

No que tange à complexidade do processo inovativo, a crítica ao modelo li-

near refere-se ao fato de que as etapas do processo de pesquisa e desenvolvimento estabelecem mecanismos de feedback relacionados tanto ao desenvolvimento de novos conhecimentos científicos quanto a novas exigências das etapas de produção e da demanda por produtos. O modelo de “elo de cadeia” (*The Chain-Linked Model*), desenvolvido por Kline e Rosenberg (1986), responde a estas críticas relativas às etapas subsequentes e estanques, destacando os processos de feedback entre estas, havendo interação entre as etapas, que não estariam “organizadas” de forma sequencial ou progressiva.

A evolução do debate sobre o processo inovativo aponta para o reconhecimento do seu caráter sistêmico, identificando que a complexidade do processo está relacionada também às exigências cada vez maiores de conhecimento, de integração de áreas de conhecimento (interdisciplinaridade) nos processos de pesquisa e desenvolvimento, e, principalmente, ao reconhecimento de que o processo inovativo não se resume aos processos de pesquisa e desenvolvimento (METCALFE, 2003).

O enfoque neo-schumpeteriano surge neste contexto e do reconhecimento de que o processo inovativo é elemento essencial da dinâmica econômica. Inerentes a este processo e à dinâmica econômica estão a incerteza, em seu sentido forte, a assimetria de informações e a racionalidade subjetiva dos agentes econômicos. A partir destes elementos, Nelson e Winter (1982) discutem a economia e a dinâmica econômica conformando a visão evolucionária, incorporando às discussões do enfoque neo-schumpeteriano os processos de busca e seleção de inovações (ver Capítulo 6), que dariam o caráter evolutivo ao processo inovativo e à economia, e ao qual, posteriormente, foram incorporados os processos de aprendizado, conforme discutido por Lundvall (2007) (ver Capítulo 7). Segundo estes autores, os processos de busca, aprendizado e seleção de inovações deparam-se com dicotomias dadas pelas trajetórias e paradigmas tecnológicos (DOSI, 2006). A teoria evolucionária e as definições de paradigma e trajetória tecnológicos revelam a importância do ambiente econômico (ver Capítulo 16), no qual se inserem as empresas e suas várias instituições, para processo de estímulo e/ou limitação ao processo inovativo. Esta visão do ambiente econômico em que se desenvolve o processo inovativo remete ao enfoque de sistemas de inovação (ver Capítulos 13 e 14).

As diferentes visões quanto à dinâmica da inovação se refletem nas métricas propostas de mensuração. Como reflexo do modelo linear, foram instituídos, então, os indicadores de investimentos em C&T e P&D, e de recursos humanos dedicados a P&D. Esse modelo traz também a ideia das patentes como indicadores de resultado, já que o processo inventivo, relacionado ao desenvolvimento experimental, seria uma das etapas do modelo.

Alguns autores, como Viotti (2003), relacionam o modelo de “elo de cadeia”

ao surgimento das pesquisas de inovação. No entanto, essas pesquisas foram evoluindo também, assim como as recomendações internacionais expressas principalmente pelo Manual de Oslo¹ em suas diversas versões, de forma a incorporar a abordagem sistêmica da inovação. Independentemente da identificação do modelo que deu origem às pesquisas de inovação, o importante a ressaltar é que o conjunto de indicadores que pode ser elaborado a partir dessas pesquisas atualmente é bastante amplo expressando a abordagem sistêmica da inovação (Arundel, 2007). Um primeiro aspecto a destacar é que o foco de investigação das pesquisas de inovação é a empresa, num reconhecimento explícito da sua importância para a inovação. Em suas primeiras versões, o Manual de Oslo recomendava que fossem investigadas apenas as inovações tecnológicas de produto e processo. Um segundo ponto é reconhecer que, embora se restringisse a estas inovações, já eram estudadas as relações de cooperação, apoio do governo às inovações nas empresas, etc., fundamentais para uma visão sistêmica do processo. A partir da terceira edição, o manual já recomenda que sejam levantados também outros tipos de inovação, como organizacional e de marketing. E, atualmente, em sua quarta edição, o Manual já reconhece o papel ativo de outros atores no processo inovativo, discussão que será retomada posteriormente quando forem abordados os indicadores de inovação.

Por fim, cumpre sublinhar que apesar dos avanços dos modelos e dos indicadores já desenvolvidos ainda há lacunas de informações e metodológicas e mudanças na economia e na sociedade que apontam para novas demandas e tendências no desenho de indicadores, discussão que será retomada ao final deste capítulo.

2. INDICADORES DE C&T&I

2.1 O que é um bom indicador?

A escolha dos indicadores de ciência, tecnologia e inovação que serão utilizados, principalmente, para avaliar o nível de desenvolvimento de C&T&I de um país e, quando for o caso, avaliar e monitorar suas políticas de C&T&I, deve seguir critérios de qualidade com vistas a garantir a comparação no tempo e a comparação internacional. Estas comparações permitirão identificar as tendências existentes no país e a posição do país frente a outros países, particularmente

1. O Manual de Oslo está em sua quarta edição (2018). Para mais detalhes ver seção referente aos indicadores de inovação.

importante quando, em geral, não há níveis “ótimos” a serem alcançados, como será discutido adiante. Aliado a isto, os indicadores devem ser construídos em relação a parâmetros estabelecidos, como, por exemplo, total da população, total do produto interno bruto (PIB), total de empresas, etc., permitindo avaliar a sua importância. Desta forma, se colocam como instrumentos importantes para a elaboração e aprimoramento das políticas de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação.

São as seguintes qualidades desejáveis dos indicadores: confiabilidade; elevado grau de cobertura; periodicidade definida; replicabilidade/economicidade; e tempestividade. A confiabilidade de um indicador é dada pelo cumprimento de padrões internacionais mínimos, por isso, devem ser priorizados os indicadores oficiais.² O elevado grau de cobertura está relacionado à representatividade dos indicadores, que devem ter a maior cobertura possível. O grau de cobertura pode ser avaliado nas dimensões espacial, tendo, preferencialmente, representatividade nacional, e quando possível podendo ser desagregado em outros níveis de governo/regionais; e temática, com a utilização de classificações/padrões que melhor representem o fenômeno a ser investigado. Por exemplo, no caso das estatísticas de empresa, podem ser feitas desagregações a partir da classificação de atividades econômicas, de produtos, de porte, etc.; no caso de estatísticas de recursos humanos, utilizando a classificação de ocupações, nível de escolaridade, área de conhecimento, etc.

É desejável também que haja periodicidade definida para a realização do levantamento/elaboração e para a divulgação dos indicadores. Estes devem ter um período de referência predeterminado, por exemplo, exercício fiscal, ano anterior, etc.; e devem ser divulgados com certa periodicidade, por exemplo, mensal, trimestral, semestral (ou bianual), anual, bienal (a cada dois anos); trienal (a cada três anos), etc. A replicabilidade/economicidade são qualidades que permitirão, justamente, garantir a periodicidade do levantamento/elaboração e da divulgação do indicador. Além da metodologia ser passível de replicação, deve-se considerar a relação custo/efetividade para definir se e quando será o levanta-

2. Os Princípios Fundamentais das Estatísticas Oficiais foram lançados em 1994 pela Comissão de Estatísticas das Nações Unidas. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/dnss/hb/E-fundamental%20principles_A4-WEB.pdf. Acesso em: 12 dez. 2019. Em 2014, as Nações Unidas adotaram uma resolução que ratifica esses Princípios. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/dnss/gp/FP-New-E.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2019. O IBGE lançou em 2013 a publicação que estabelece seu Código de Boas Práticas, que está orientado pelos Princípios adotados pela Comissão de Estatísticas da ONU. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Informacoes_Gerais_e_Referencia/Codigo_de_Boas_Praticas_das_Estatisticas_do_IBGE.pdf. Acesso em: 12 dez. 2019.

mento/elaboração do indicador. Os indicadores também devem ser tempestivos, isto é, o momento de seu levantamento/elaboração e de sua divulgação devem considerar as necessidades dos usuários por esta informação, de forma a garantir que estarão disponíveis no momento oportuno.

Quadro 1 – Indicadores: qualidades desejáveis

Qualidade	Significado
Confiabilidade	Cumprimento de padrões internacionais mínimos
Elevado grau de cobertura	Cobertura da dimensão espacial e temática
Periodicidade definida	Regularidade segundo a qual o indicador será disponibilizado
Replicabilidade/ economicidade	Metodologia replicável/Custo e efetividade
Tempestividade	Considera a necessidade dos usuários para definir o momento da divulgação

Fonte: Elaboração própria.

Para respeitar estas qualidades, os indicadores devem seguir, no seu processo de construção, as diretrizes estabelecidas por organismos internacionais e consolidadas em manuais de referência. Os principais manuais são elaborados por organismos multilaterais, dos quais destacam-se as Nações Unidas, pela sua Divisão de Estatísticas ou suas agências temáticas, como a Unesco, e a OECD.³ Há, além disso, padrões mínimos a serem seguidos para garantir a qualidade dos levantamentos e elaboração de estatísticas primárias. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE)⁴ é o coordenador do Sistema Nacional de Estatísticas Oficiais, sendo um dos membros da Comissão de Estatísticas das Nações Unidas, e respeitando os princípios fundamentais das estatísticas oficiais.

2.2 Indicadores

Os indicadores de C&T&I estão organizados segundo os seguintes temas: dispendios, recursos humanos, inovação, patentes e produção científica, que são os mais tradicionais, e para os quais o Brasil possui informações. Há ainda o grupo de indicadores relativos às tecnologias de informação e comunicação (TIC), que

3. Como repositórios dos padrões e manuais internacionais destacam-se: aqueles existentes nas Nações Unidas, disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/iiss/List-of-Statistical-Standards.ashx>. Acesso em: 27 nov. 2019; e no Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MC-TIC), disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Manuais/Manuais.html>. Acesso em: 27 nov. 2019.

4. Para detalhes ver: <https://www.ibge.gov.br/>.

são importantes para a C&T&I sobretudo devido ao seu caráter transversal na sociedade, como será abordado posteriormente. Outras estatísticas relacionadas aos resultados que a C&T&I pode ter na sociedade podem ser consideradas de forma complementar, dentre as quais destacam-se: o balanço de pagamentos tecnológicos e a balança comercial.

2.2.1 Dispêndios em C&T e P&D

Os dispêndios em ciência e tecnologia (C&T) pretendem mensurar todos os gastos e despesas efetuados por um país com C&T. Entendem-se por ciência e tecnologia a pesquisa e desenvolvimento (P&D) e as atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC); em outras palavras, as duas somadas permitem identificar os dispêndios nacionais em C&T. Pesquisa e desenvolvimento são considerados a parte mais importante da C&T porque seriam responsáveis pela acumulação de conhecimento que garante os processos de aprendizado e a capacidade de absorção de novos conhecimentos, fundamentais para o processo inovativo. As atividades científicas e técnicas correlatas, ainda que não sejam consideradas como o cerne da C&T, são também extremamente relevantes, pois configuram a infraestrutura necessária para a consecução de P&D. Estão entre as ACTC a infraestrutura estatística, de metrologia, de memória e documentação, de testes e ensaios, entre outras. Estas atividades são ainda mais importantes em países em desenvolvimento, que ainda não têm suas atividades de P&D consolidadas ou suficientemente desenvolvidas, porque condicionam o desenvolvimento destas últimas. Os três dispêndios estão entre as principais medidas de esforço de um país para o desenvolvimento e implantação de sua Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI). No entanto, pela sua importância nos processos de conhecimento e aprendizado, há um grande destaque para os dispêndios em P&D.

O Manual de Frascati,⁵ da OECD, é a principal referência metodológica para a mensuração dos indicadores de dispêndios em P&D, e estabelece os parâmetros para os dispêndios do governo e das empresas. O Manual da Unesco⁶ complementa as diretrizes internacionais com orientações sobre a mensuração da ACTC, permitindo o cálculo final do indicador de dispêndios em C&T. É importan-

5. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2015_9789264239012-en;jsessionid=1ZaR-03ZZ7CCS1rG1hIpJjxG.ip-10-240-5-45. Acesso em: 16 out. 2019.

6. Disponível em: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/manual-for-statistics-on-scientific-and-technological-activities-historical-1984-en.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2019.

te destacar, entretanto, que dadas a importância da P&D e as dificuldades de mensuração, a principal medida para comparação internacional se tornou o dispêndio em P&D, que é a estatística disponível para a maior parte dos países.

A OECD define P&D como: “[...] o trabalho criativo e sistemático realizado para aumentar o estoque de conhecimento - incluindo o conhecimento da humanidade, cultura e sociedade - e desenvolver novas aplicações a partir do conhecimento disponível.”⁷ (OECD, 2015, p. 30, tradução nossa). Os dispêndios em P&D são, em geral, apresentados como percentagem do produto interno bruto (PIB); como percentagem do PIB per capita, ou por pesquisadores, e devem ser vistos de forma comparativa, já que não existe um nível “ótimo” de dispêndios a ser alcançado. Por isso a importância em seguir os parâmetros e diretrizes internacionais na sua mensuração.

A natureza da P&D (*type of R&D activity*) é conceitualmente dividida em pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, refletindo, em certa medida, o modelo linear de inovação. No entanto, muitos países têm dificuldade em separar a P&D nestes três componentes, especialmente, quando se trata da identificação dos dispêndios de uma instituição a partir do orçamento, sendo a estatística nestes casos apresentada de forma agregada.

Além desta divisão tradicional, esses dispêndios são, em geral, apresentados a partir de quatro óticas que pretendem espelhar, principalmente, como se organiza, como se financia e que áreas principais de atuação conformam o sistema de P&D de um país. São elas: tipo de custo (*type of cost*); setor de execução (*sector of performance*); fonte de recursos (*source of funds*); área de pesquisa e desenvolvimento (*field of R&D*). Os tipos de custos com P&D são divididos em despesas correntes, que compreendem os custos com pessoal interno dedicado e outros custos correntes (pessoal externo dedicado a P&D, compras de materiais e serviços e outros) e despesas de capital, que inclui terrenos e edificações, máquinas e equipamentos, software, e outros produtos de propriedade intelectual. A apresentação dos dispêndios em P&D por setor de execução pretende identificar qual o setor institucional está, de fato, realizando P&D, e está dividida em: governo, setor empresarial, ensino superior e instituições privadas sem fins de lucro.⁸ As fontes de recursos têm por objetivo mapear quem são os financiadores da P&D,

7. No original: “R&D comprise creative and systematic work undertaken in order to increase the stock of knowledge - including knowledge of humankind, culture and society - and to devise new applications of available knowledge.” (OECD, 2015, p. 30).

8. Esta divisão segue a definição de setores institucionais do Sistema de Contas Nacionais (SCN): governo, empresas, instituições sem fins de lucro e famílias, dando destaque ao ensino superior, que pode ser governo, empresa ou organização sem fins de lucro.

sendo definidas em cinco categorias: empresas, governo, ensino superior, instituições privadas sem fins de lucro e resto do mundo. E as áreas de P&D são: ciências naturais, engenharias e tecnologias, ciências médicas, ciências da agricultura, ciências sociais, e artes e humanidades.

Além destas categorias, para cada um dos setores institucionais, o Manual de Frascati define outras formas de apresentação das estatísticas de dispêndios em P&D. Dentre estas, destaca-se a apresentação dos dispêndios do governo mensurados a partir do orçamento por objetivos socioeconômicos. Os objetivos socioeconômicos são definidos pelo Manual da Unesco sinalizando que é uma classificação também orientada para os dispêndios em ACTC, sendo, portanto, também utilizada para C&T. As categorias permitem identificar os seguintes objetivos: exploração e avaliação da terra, dos mares e da atmosfera, espaço civil, desenvolvimento da agricultura, silvicultura e pesca, promoção do desenvolvimento industrial, produção, conservação e distribuição de energia, desenvolvimento dos transportes e comunicação, desenvolvimento dos serviços de educação, desenvolvimento de serviços de saúde, desenvolvimento social e serviços socioeconômicos, proteção do meio ambiente, avanço geral do conhecimento, outros objetivos (civis), defesa (UNESCO, 1984, p. 64-67, tradução nossa).⁹

A principal referência para a nova série de indicadores desenvolvida no Brasil pelo MCTIC¹⁰ a partir de 2000 foi a versão de 2002 do Manual de Frascati, para os dispêndios em P&D e o Manual da Unesco de 1984 para ACTC. A apresentação das estatísticas de P&D no Brasil é feita separando setor público e setor empresarial, como uma adaptação dos termos adotados¹¹ para os setores de atuação adotados pelo Manual de Frascati.

Os dispêndios públicos, por sua vez, são divididos entre duas esferas: federal e estadual, que têm como fonte para a mensuração os orçamentos da União (Fiscal

9. Artigo publicado na revista *Análise Econômica*, v. 20, n. 37, p. 55-79, 2002. Capra (1998, p. 25) No original: "Exploration and assessment of the Earth, the seas and the atmosphere, civil space, development of agriculture, forestry and fishing, promotion of industrial development, production, conservation and distribution of energy, development of transport and communication, development of education services, development of health services, social development and socio-economic services, protection of the environment, general advancement of knowledge, other aims (civil), defence. (UNESCO, 1984, p. 64-67).

10. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/RecursosAplicados-CeT.html. Acesso em: 25 nov. 2019.

11. Apesar de serem nominados como dispêndios públicos, de fato, são apresentadas as estatísticas relativas aos dispêndios do governo. Cabe sublinhar ainda que, além das lacunas de informações relativas aos dispêndios municipais já mencionadas, os dispêndios relativos ao setor institucional "instituições sem fins de lucro".

e da Seguridade) e os Balanços Gerais dos Estados e levantamentos realizados pelas Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia, ou órgãos correlatos, havendo uma lacuna relativa aos dispêndios municipais. As informações contabilizadas referem-se ao orçamento executado relativo a todos os gastos e despesas efetuados em P&D. Para as informações relativas ao ensino superior, são utilizadas estimativas a partir das informações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e consideradas como proxy do dispêndio em P&D a parte relativa à pós-graduação.¹²

O levantamento das informações relativas aos dispêndios em P&D nas empresas, diferentemente de outros países, não é realizado no Brasil por uma pesquisa específica. Este levantamento está incluído na Pesquisa de Inovação (PINTEC), que é conduzida trienalmente pelo IBGE. Para os anos entre as pesquisas, os valores são estimados com base, principalmente, nos valores informados para a utilização da renúncia fiscal para dispêndios com pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica.¹³

As informações brasileiras de P&D também são apresentadas por objetivo socioeconômico, definidos como: Agricultura, Controle e proteção do meio-ambiente, Defesa, Desenvolvimento social e serviços, Desenvolvimento tecnológico industrial, Energia, Espaço civil, Exploração da terra e atmosfera, Infraestrutura, Saúde.¹⁴ As ACTC obedecem a mesma lógica de contabilização, por setor institucional e com a separação entre orçamento executado e ensino superior, exceto pelos objetivos socioeconômicos, que não são identificados.

As duas principais limitações existentes são de cunho metodológico e/ou de disponibilidade de informações. No que se refere à metodologia, há necessidade de atualização do Manual da Unesco, especialmente voltado à mensuração das ACTC, de forma a incorporar os avanços relativos aos modelos de ciência, tecnologia e inovação.

No que diz respeito às lacunas de informação, há as dificuldades em mensurar

12. Para detalhes, ver notas metodológicas MCTIC. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Notas_Metodologicas/Notas_Metodologicas.html. Acesso em: 18 dez. 2019.

13. Lei do Bem - Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005.

14. Nem sempre é possível identificar o objetivo socioeconômico, neste caso, utiliza-se a categoria “Pesquisas não orientadas”, quando atende a mais de um objetivo, ou “Não especificado”, quando não se enquadram em nenhum dos objetivos existentes. Além disso, há um objetivo socioeconômico relativo aos “Dispêndios com as instituições de ensino superior”, relativos à pós-graduação. Para mais detalhes ver: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_6.html. Acesso em: 19 nov. 2019.

ACTC, já destacadas, que faz com que a maior parte dos países não tenha esta estatística, impedindo a comparação internacional. Além disso, no caso do Brasil, a adoção da Classificação de Funções de Governo (*Classification of the Functions of Government* - COFOG), estabelecida pela Organização das Nações Unidas, deve ter impacto sobre as estatísticas, sobretudo no que se refere aos dispêndios com ensino superior, mas poderia permitir aperfeiçoar o indicador de dispêndios do governo em P&D e estabelecer uma melhor correspondência com os objetivos socioeconômicos.¹⁵ Seria importante também ter a revisão dos setores de atuação, para a apresentação das estatísticas, para reforçar essa comparabilidade. Sublinha-se também a necessidade de ter informações sobre os dispêndios com ensino superior, pois o país trabalha com estimativas, conforme já destacado.

Por fim, é importante ressaltar ainda que o indicador dispêndios em P&D pode ser também considerado como “investimentos em P&D”, na medida em que o Manual do Sistema de Contas Nacionais de 2008 estabelece que os referidos dispêndios devem compor a Formação Bruta de Capital Fixo.¹⁶ Convencionar o indicador como “investimentos em P&D” seria também mais apropriado às teorias econômicas que tratam P&D (e inovação) como fatores fundamentais para o crescimento (e desenvolvimento) econômico.

2.2.2 Recursos humanos

Um dos pilares de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) robusto está em seus recursos humanos. Como ressaltado anteriormente, no modelo linear de inovação os recursos humanos, especialmente aqueles dedicados à pesquisa e desenvolvimento, começaram a ser acompanhados, pois eram uma sinalização do estágio de desenvolvimento da estrutura de C&T&I dos países. Com a evolução dos modelos de inovação, a importância dos recursos humanos passa a ser vista de forma ainda mais abrangente, já que se reconheceu que para desenvolver e difundir conhecimento novo e para permitir que um país acompanhe os avanços científico e tecnológico mundial e fomenta seu processo de desenvolvimento

15. Com todos os cuidados e ressalvas sinalizados pelo Manual de Frascati sobre a COFOG (OECD, 2005, p. 240).

16. Para detalhes sobre a metodologia adotada pelo Sistema de Contas Nacionais (SNC) para a contabilização das estatísticas de pesquisa e desenvolvimento ver: ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/Notas_Metodologicas_2010/16_pesquisa_e_desenvolvimento.pdf. Acesso em: 18 dez. 2019. Os valores apurados pelo SNC para P&D estão disponíveis em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/2017/tabelas_xls/sinoticas/tab08.xls. Acesso em: 18 dez. 2019.

econômico e social, a oferta de pessoal qualificado é uma dimensão primordial. Ter um número elevado de técnicos e pesquisadores doutores em engenharia, física, ciências médicas e outras diferentes áreas da ciência aumenta a capacidade de absorção do conhecimento já gerado e o potencial de difusão e realização de avanços científicos e tecnológicos. Parte desta mão de obra estará envolvida em atividades diretas de P&D, como, por exemplo, aquelas realizadas em centros e laboratórios de pesquisa de empresas. No entanto, o conjunto de pessoas que contribuem para o desenvolvimento científico e tecnológico do país é mais amplo e inclui também profissionais que atuam em outras atividades e também em outras instituições, como as universidades.

O Manual de Canberra¹⁷ (OECD, 1995), o quinto membro da família de manuais dedicados à mensuração da atividade científica e tecnológica produzidos pela OECD, apresenta uma proposta que consolida diretrizes para caracterizar os recursos humanos em ciência e tecnologia e definir como mensurá-los. Desta maneira, contribui para a construção de indicadores que sejam comparáveis internacionalmente e complementa aqueles já apontados nos manuais anteriores, incluindo o de dispêndios em C&T e em P&D, que compreende também os dispêndios com recursos humanos, apresentados na seção anterior.

O elemento central da proposta apresentada pelo Manual de Canberra é o conceito de “recursos humanos em ciência e tecnologia” (RHCT), que vai além daquele de “pessoal ocupado em P&D”. O Manual define RHCT como “[...] recursos humanos efetivamente ou potencialmente dedicados à geração sistemática, ao avanço, à difusão e à adoção do conhecimento científico e tecnológico.” (OECD, 1995, p. 9)¹⁸ e, de forma geral, aponta que deve incluir aqueles que “[...] concluíram com êxito o ensino pós-secundário (ou estão trabalhando em uma ocupação associada a C&T)” (OECD, 1995, p. 8).¹⁹ Ou seja, o conceito de RHCT é circunscrito a partir de duas formas de qualificação dos recursos humanos: a qualificação derivada do processo de educação formal (titulação) e aquela acumulada a partir da atividade de trabalho. Nesse sentido, sua identificação combina informações

17. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264065581-en.pdf?expires=1576688282&id=id&accname=ocid54025470&checksum=3ED8201CE2DD5F733E6FF-4BA4BDF1E35>. Acesso em: 18 dez. 2019.

18. No original: “HRST would ideally refer to the human resources actually or potentially devoted to the systematic generation, advancement, diffusion and application of scientific and technological knowledge.” (OECD, 1995, p. 9, tradução nossa).

19. No original: “At it widest, it extends to everyone who has successfully completed post-secondary education (or is working in an associated S&T occupation)” (OECD, 1995, p. 8, tradução nossa).

de duas dimensões distintas: a educacional, relacionada à oferta de mão de obra, e a ocupacional, relacionada à demanda em atividades características de C&T. A composição do RHCT é feita então a partir de três grupos:

(i) pessoal qualificado pela educação formal, que possui escolaridade pós-secundária (titulados), mas não inserido em ocupações características de C&T;

(ii) pessoal inserido em ocupações associada a C&T e que exigem elevada qualificação, mas sem qualificação adquirida no sistema educacional (não titulados);

(iii) pessoal qualificado pela educação formal e em ocupações associadas a C&T. Este grupo é considerado o núcleo do RHCT.

Para a construção de indicadores a partir dessas definições, no caso da primeira dimensão – a educacional, o Manual aponta como referência a Classificação Internacional Normalizada da Educação (*International Standard Classification on Education – ISCED*), da Unesco (1976) e que devem ser considerados todos os indivíduos que concluíram: (a) educação de 3º grau, não equivalente à graduação; (b) graduação; ou (c) pós-graduação. Ou seja, são incluídos todos aqueles que possuem um nível de instrução pós-secundário.²⁰

Para a segunda dimensão, o manual identifica as ocupações técnico-científicas a partir da Classificação Internacional Uniforme de Ocupações – CIUO-88 (*International Statistical Classification of Occupations – ISCO-88*). Devem ser considerados todos os indivíduos cujas ocupações façam parte dos grandes grupos: 2 – Profissionais; e 3 – Técnicos e profissionais associados; e três subgrupos do grande grupo 1 – Legisladores, funcionários superiores e gerentes: 122 – Gerentes/diretores de departamentos de produção e operação; 123 – Outros gerentes/diretores de departamento; e 131 – Gerentes gerais.²¹

Ao definir tais grupos, é importante observar, como sublinhado no próprio Manual, que estas duas dimensões classificam a população de acordo com recortes que seguem dinâmicas distintas. A titulação, uma vez adquirida, insere o indivíduo de forma definitiva na RHCT, enquanto a inserção no RHCT pelo critério da ocupação depende da inserção atual da pessoa, o que é influenciado pela dinâmica tecnológica e do mercado de trabalho, exigindo cuidado na análise dos indicadores (OECD, 1995, p. 17).

Apesar de ser uma medida importante, especialmente para países em desen-

20. O manual aponta que devem ser considerados todos os indivíduos classificados nos níveis 5, 6 e 7 do ISCED-1976 (UNESCO, 1976).

21. Para uma descrição detalhada das ocupações ver *International Standard Classification of Occupations – ISCO* (OIT, 1987). Disponível em: <https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco88/index.htm>. Acesso em: 14 dez. 2019.

volvimento, as estatísticas de recursos humanos em C&T não são compiladas por muitos países.²² Uma das questões a se destacar, já apontada por Ferreira e Viotti (2003), é o fato de o Manual de Canberra não ter sido atualizado. A falta de atualização é importante não apenas porque houve evolução nos modelos de inovação e de inserção dos recursos humanos na economia, mas também porque houve atualização das duas classificações utilizadas como referência para a compilação das estatísticas. A classificação de ocupações foi atualizada em 2008, sendo a versão atual a ISCO 08,²³ e a classificação de educação foi atualizada em 2011.²⁴

A estatística de recursos humanos apresentada pelo maior número de países é a daqueles dedicados às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D).²⁵ Esta estatística, como já mencionado, embora inicialmente relacionada ao modelo linear de inovação, segue sendo relevante para o Sistema Nacional de Inovação dos países e para uma visão sistêmica de inovação porque são um subconjunto dos recursos humanos em ciência e tecnologia.

A elaboração destas estatísticas segue as diretrizes metodológicas estabelecidas, principalmente pelo Manual de Frascati. O manual define o escopo das atividades que devem ser consideradas como P&D, que são utilizadas também como parâmetros para os dispêndios em P&D, comentado em seção anterior. Define também o tipo de ocupação e o nível de escolaridade para esses recursos humanos, que são classificados como pesquisadores, pessoal técnico e pessoal de apoio. Os indicadores seguem a mesma apresentação dos dispêndios em P&D no que se refere aos setores institucionais. São considerados, então, os setores: governo, setor empresarial, ensino superior e instituições privadas sem fins de lucro. Outra referência importante para a identificação dos recursos humanos em

22. Convém ressaltar que as informações de recursos humanos em ciência e tecnologia estão disponíveis para os países da União Europeia. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database>. Acesso em: 14 dez. 2019. Para mais detalhes sobre a metodologia ver os metadados, disponíveis em: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/hrst_esms.htm. Acesso em: 14 dez. 2019.

23. Disponível em: <https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco08/index.htm>. Acesso em 14 dez. 2019.

24. Disponível em: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-iscsed-2011-en.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019. A ISCED 2011 teve uma mudança especialmente importante para a discussão de recursos humanos em C&T, pois, pela primeira vez, a ISCED passou a classificar os níveis de escolaridade não apenas pelos programas, mas também com base nas qualificações. Para mais detalhes ver: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/iscsed-fields-of-education-and-training-2013-en.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019.

25. A Unesco disponibiliza em suas bases de dados as estatísticas de recursos humanos em P&D para um número significativo de países. Disponível em: <http://data.uis.unesco.org/>. Acesso em: 14 dez. 2019.

P&D é o Manual de Oslo, que orienta sobre o levantamento destas informações no âmbito das pesquisas de inovação. Convém ressaltar, porém, que muitos países não fazem este levantamento em pesquisas de inovação, tendo uma pesquisa específica sobre recursos humanos, como é o caso dos países da União Europeia.

A partir dessas definições apresentadas acima, o Manual de Canberra propõe a elaboração de indicadores de estoque e fluxo que retratem o RHCT dos países não apenas considerando números agregados de pessoas em C&T, mas também indicadores desagregados por função, nível educacional, grandes áreas da ciência, por ocupação, setor de atividade e outras características populacionais, como gênero, idade e raça. Tais estatísticas seriam elaboradas a partir de dados de censos demográficos, pesquisas domiciliares e sobre a força de trabalho e registros administrativos.

Considerando essas diretrizes, inúmeros indicadores são acompanhados em diferentes países.²⁶ No caso do Brasil, podem ser citados como exemplo:²⁷ o número de pessoas (e percentual da população ou da força de trabalho) inseridas em ocupações técnico-científicas; número de pessoas em atividades de P&D, em equivalência de tempo integral, considerando as diferentes ocupações, como pesquisadores e pessoal de apoio, setores institucionais, dedicação e nível de escolaridade; número de docentes de pós-graduação, por titulação; número de pessoas com formação pós-secundária, por área e nível de formação, como graduados e doutores; número de ingressantes e concluintes em cursos de graduação, por área; número de alunos de pós-graduação matriculados e titulados, por nível e grandes áreas.²⁸ Indicadores como os elencados acima podem ser gerados a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD Contínua,²⁹ de registros da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CA-

26. Ver, por exemplo, a série de indicadores de Ciência e Tecnologia da OECD, disponível em: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#. Acesso em: 14 dez. 2019.

27. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Recursos_Humanos/Recursos_Humanos.html. Acesso em: 19 dez. 2019.

28. Cabe salientar que parte desses indicadores auxilia especificamente na caracterização do fluxo do RHCT, ou seja, são estatísticas que apontam para um potencial de mudança (quantitativa ou qualitativa) no RHCT, como o número de estudantes matriculados em cursos de graduação e pós-graduação. Complementam ainda este grupo de indicadores relacionados às condições de oferta e caracterização do RHCT outras estatísticas como: o número de cursos de graduação e o número de programas de pós-graduação, por grandes áreas e nível de formação, como mestrado, mestrado profissional e doutorado; bem como uma série de estatísticas de concessão de bolsas para formação e auxílio à pesquisa, por modalidade e grandes áreas, e de grupos de pesquisa.

29. Detalhes a respeito da PNAD Contínua estão disponíveis em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: 15 dez. 2009.

PES),³⁰ do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)³¹ e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP)³² e também da Pesquisa de Inovação (PINTEC/IBGE).³³

Cabe ressaltar, no entanto, que a despeito do elevado número de indicadores que podem ser elaborados para caracterizar os recursos humanos em C&T de um país, algumas limitações precisam ser consideradas no momento de sua elaboração e leitura. Ao considerar as ocupações como uma de suas dimensões relevantes, é necessário um esforço de atualização da lista de seleção de tais ocupações, considerando os impactos derivados de avanços tecnológicos, e as já mencionadas mudanças na estrutura da classificação de referência. Ao mesmo tempo, como também destacado, para a comparação internacional, é necessário que os indicadores nos diferentes países sejam elaborados a partir de estatísticas educacionais e de ocupação em classificações padronizadas, o que não ocorre em muitos casos.

2.2.3 Inovação

Os indicadores de inovação foram estabelecidos a partir do reconhecimento da importância da inovação para o crescimento e desenvolvimento econômico e social. As políticas científicas e tecnológicas passaram a incorporar a inovação (políticas científicas, tecnológicas e de inovação) levando à demanda pelos gestores por estatísticas para acompanhar o fenômeno.

O conceito de inovação foi evoluindo na teoria econômica, e isto se reflete nas diversas versões do principal manual de referência para a mensuração da inovação - o Manual de Oslo. A sua terceira edição (OECD, 2005) foi utilizada como base para a metodologia das últimas versões de pesquisas de inovação realizadas no mundo, dentre as quais destaca-se a *Community Innovation Survey* - CIS,³⁴ realizada pelos países da União Europeia bianualmente. A quarta edição (OECD, 2018), lançada ao final de 2018, começa a ser analisada para ser incorporada nas

30. Disponível em: <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>. Acesso em: 14 dez. 2019.

31. Disponível em: <http://fomentonacional.cnpq.br/dmfomento/home/fmthome.jsp?> Acesso em: 14 dez. 2019.

32. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 14 dez. 2019.

33. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 14 dez. 2019.

34. Os países da União Europeia realizam pesquisas de inovação orientadas pela metodologia e questionário básico definidos pelo Eurostat para a CIS, tendo a possibilidade de acrescentar outras questões, ou módulos, conforme a sua conveniência. A base de dados da CIS está disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database>. Acesso em: 25 nov. 2019.

próximas pesquisas de inovação.

Esse manual espelha diversas teorias que entendem a inovação como um processo sistêmico, entre as quais a abordagem evolucionista de Nelson e Winter (1982). Como ressalta o Manual de Oslo em sua terceira edição: “As abordagens evolucionistas (NELSON; WINTER, 1982) consideram a inovação como um processo dependente da trajetória, por meio do qual o conhecimento e a tecnologia são desenvolvidos pela interação entre vários atores e outros fatores. [...]” (OECD, 2005, p. 32). Esta visão sistêmica faz com que as estatísticas produzidas e disponíveis estejam mais preocupadas em refletir as estratégias de inovação e os processos inovativos (sujeito) do que identificar quantas inovações são “produzidas” por um país ou economia (objeto).

Além do Manual de Oslo, a *Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología* - RICYT lançou, em 2001, o Manual de Bogotá³⁵ - *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Apesar de baseado no Manual de Oslo, o Manual de Bogotá pretendeu considerar as especificidades que caracterizam os sistemas de inovação e as empresas da região, seguindo, também a abordagem sistêmica que enfatiza a importância do contexto em que insere determinado processo inovativo.

A inovação foi, nas primeiras abordagens da teoria econômica, atribuída às empresas - era vista como um processo intrínseco às empresas e à sua busca pelo lucro - e isso, claramente se refletiu nas versões do Manual de Oslo.³⁶ Mais ainda, em suas primeiras versões, a inovação estava circunscrita às inovações tecnológicas de produto e/ou processo nas indústrias extrativas e de transformação. Apenas em sua terceira versão, o manual começa a considerar outras inovações, como organizacional, como importantes nos processos de aprendizado e inovação, e outras atividades econômicas, como serviços, para a mensuração da inovação.

De forma geral, a análise da dinâmica de inovação estaria condicionada pelos diversos fatores que conformam o processo inovativo: tamanho da empresa; rentabilidade esperada; ações dos competidores; interações das empresas com seus fornecedores e clientes; e experiências que a empresa detém. Isto quer dizer que a inovação não é causada somente por fatores externos, e está sujeita a regularidades definidas por estes condicionantes. Em outras palavras, a estrutura da em-

35. Disponível em: <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2019/09/bogota-1.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2019.

36. Apenas na quarta edição do manual serão formalmente considerados outros setores institucionais, conforme definidos pelo Sistema de Contas Nacionais, como agentes da inovação, como será discutido posteriormente.

presa e o ambiente econômico interferem e, de certa forma, limitam a inovação. Está claro também que o processo inovativo e seus resultados estão relacionados às atividades econômicas. Ou, dito de outra forma, a própria definição de inovação tecnológica de produto e/ou processo precisou ser adequada para tratar de inovação em serviços.³⁷

Importante ressaltar, por fim, que as estatísticas disponíveis consideram a inovação lato sensu. A incorporação de produtos e/ou processos novos é vista em relação à empresa, o que significa dizer que pode ser uma inovação para a empresa e não ser para o mercado. Essa visão permite incorporar à análise o processo de difusão de tecnologias, há muito considerado parte integrante do processo de inovação (OECD, 1980), especialmente relevante no caso das empresas de menor porte e, para os países que se encontram distantes das fronteiras tecnológicas.

A taxa de inovação pode ser considerada como o indicador síntese das pesquisas de inovação. Ela é medida (em geral) pela relação entre o número de empresas que implementaram inovação de produto e/ou processo e o total das empresas de determinado país. Pretende indicar os resultados do processo inovativo, pois espelha quantas empresas podem ser consideradas inovadoras no universo total de empresas de um país. Para entender o processo inovativo, também devem ser consideradas outras estatísticas que derivam das pesquisas de inovação. Estas são estruturadas a partir do sujeito (agente inovador), no caso as empresas, e visam identificar as estratégias estabelecidas por essas empresas para o seu processo inovativo. As pesquisas têm sido organizadas visando a identificação (principalmente) das seguintes características: relativas às estratégias estabelecidas; relativas ao ambiente em que ela se insere; relativas ao papel da demanda/objetivos da inovação; ao resultado; e à identificação dos fatores que impediram ou dificultaram o processo de busca pela inovação.

Para cada uma destas características há uma gama de informações disponíveis nas atuais pesquisas de inovação, que permitem a construção de estatísticas e indicadores, conforme destacado no Quadro 2.

37. No capítulo 10, Pinheiro e Tigre discutem as dificuldades de tratar a inovação em serviços.

Quadro 2 - Informações disponíveis nas pesquisas de inovação

Características	Informações - destaques
Estratégias	<ul style="list-style-type: none"> - esforço tecnológico: dispêndios em P&D; recursos humanos alocados a P&D; - interações com outras instituições: relações de cooperação e fontes de informação; - proteção à propriedade intelectual.
Ambiente/políticas	<ul style="list-style-type: none"> - fontes de financiamento; - apoio governamental.
Demanda/objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - participação de mercado; - principal mercado da inovação; - redução de impacto ambiental.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - grau de novidade das inovações; - tipo de inovação.
Fatores que impediram/dificultaram	<ul style="list-style-type: none"> - obstáculos; - barreiras.

Fontes: Manual de Oslo; CIS; Pintec. Elaboração própria.

As diretrizes estabelecidas, conforme destacado anteriormente, pretendem identificar as características do processo inovativo, em especial o esforço tecnológico e o estabelecimento de relações de cooperação, que sinalizam a estratégia de busca propriamente dita. Os resultados deste processo tendem a refletir esta estratégia, em outras palavras, estão condicionados pelo processo de busca, e, por isso, são também retratados. Entre eles, destacam-se o grau de novidade das inovações alcançadas e o tipo de inovação predominante. O manual orienta também a identificação dos fatores que impediram ou dificultaram o processo de busca pela inovação nas empresas.

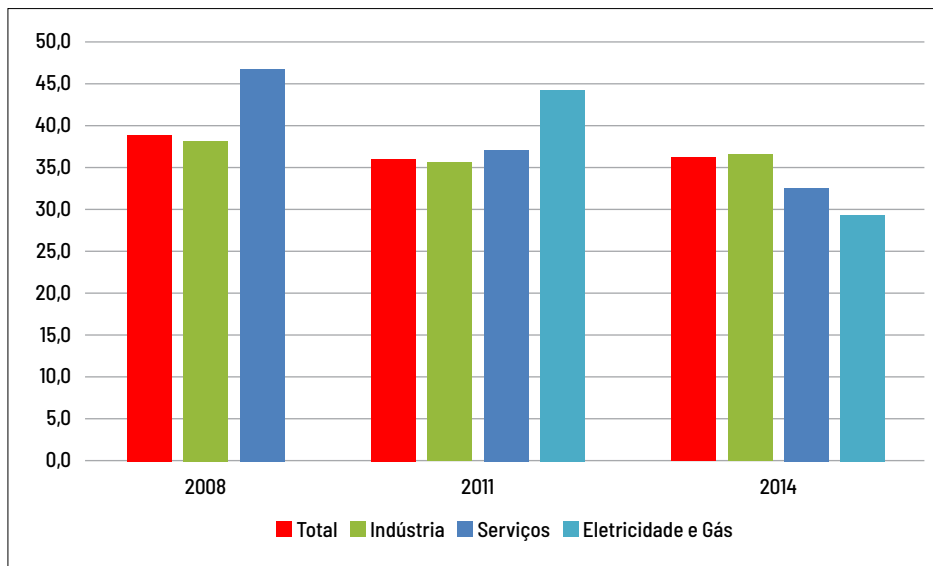
No caso do Brasil, a Pesquisa de Inovação (PINTEC),³⁸ realizada pelo IBGE, teve a sua primeira versão em 2000, referente ao período 1998-2000, com periodicidade trienal (à exceção da edição de 2005, que ocorreu dois anos depois da anterior) e utilizou como referência o Manual de Oslo e a *Community Innovation Survey*, referida anteriormente. A Pintec 2008 passou a incorporar a terceira versão do Manual de Oslo (2005),³⁹ tendo como principal alteração, em relação às versões anteriores, a explícita incorporação das inovações organizacionais e

38. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 4 dez. 2019.

39. A pesquisa passou a incorporar também a versão 2.0 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

de marketing. Em suas primeiras versões, a pesquisa investigava apenas as indústrias extrativas e de transformação e, a partir de 2005, passou a incorporar atividades selecionadas de serviços, e de 2011, eletricidade e gás.

Gráfico 1 – Brasil: Percentual de empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo, segundo as atividades selecionadas da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços, 2008/2014 (%)



Fonte: MCTIC. Elaboração dos autores.

Notas: (i) "Indústria" refere-se aos agregados "Indústrias Extrativas" e "Indústrias de Transformação".

(ii) os períodos de referência são, respectivamente: 2008: 2006 a 2008; 2011: 2009 a 2011; e 2014: 2012 a 2014.

As limitações das estatísticas de inovação que merecem destaque estão relacionadas ao fato de como as informações das pesquisas de inovação são utilizadas e qual o principal sujeito dos levantamentos. Sobre a sua utilização, um primeiro ponto a destacar refere-se ao seu principal indicador – a taxa de inovação. Ainda que seja um indicador importante, sua interpretação precisa ser cuidadosa, pois o contexto e a estrutura produtiva influenciam a métrica final, seja, por exemplo, pelo porte das empresas ou pela composição das atividades econômicas. Aliaido a isso, historicamente, as análises realizadas a partir dessas pesquisas tiveram como foco as empresas que realizam pesquisa e desenvolvimento. Arundel (2007) já destacava este viés, chamando a atenção para as empresas inovadoras que não desenvolvem P&D, adquirindo P&D externamente, por exemplo. Esta visão focada em empresas que desenvolvem P&D ainda remete ao modelo linear e exclui da análise atores e processos importantes da inovação, como os processos de aprendizado, de modernização e absorção de tecnologias.

No que se refere ao sujeito, as pesquisas de inovação estão, como já ressaltado, baseadas nas empresas, tendo como impacto a ser sublinhado o fato de dificultar o entendimento da dinâmica das inovações sociais, que podem ter como principal agente inovador outros setores institucionais, como famílias e governo, por exemplo. Esta questão é tratada pela quarta versão do Manual de Oslo que explica o papel de outros “atores” como responsáveis pela inovação. Outra diferença a ser destacada na edição quatro é a harmonização dos conceitos de produto e processo aos conceitos do Sistema de Contas Nacionais, que tende a ter impacto significativo sobre as pesquisas de inovação. Estas alterações resultaram em uma nova definição de inovação:

Uma inovação é um produto ou processo novo ou aprimorado (ou combinação de ambos) que diferem significativamente dos produtos ou processos produzidos anteriormente pela unidade e que tenham sido disponibilizados para os potenciais usuários (produto) ou utilizados pela unidade (processo).⁴⁰ (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 60, tradução nossa).⁴¹

Este novo conceito permite considerar as demais instituições que compõem o Sistema de Contas Nacionais, como é explicitado no referido manual:

Além disso, a inovação é uma atividade dinâmica e abrangente que ocorre em todos os setores de uma economia; não é uma prerrogativa exclusiva do setor empresarial. Outros tipos de organizações, assim como indivíduos, frequentemente fazem alterações em produtos ou processos e produzem, coletam e distribuem novos conhecimentos relevantes para a inovação.⁴² (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 44, tradução nossa).

A despeito de estabelecer diretrizes para coletar, reportar e usar os dados sobre inovações restritas às empresas, esta nova versão discute conceitos aplicáveis a quatro setores institucionais, com especial destaque para motivação e questões relativas à mensuração. Como ressaltado anteriormente, o Manual de Oslo parte dos setores definidos no Manual do Sistema de Contas Nacionais (SCN) de 2008 (EC *et al.*, 2009): empresas (referidas no SCN como empresas financeiras e não

40. No original: “An innovation is a new or improved product or process (or combination thereof) that differs significantly from the unit’s previous products or processes and that has been made available to potential users (product) or brought into use by the unit (process).” (OECD/EUROSTAT, 2018, p.60).

41. Claro que houve a preocupação de compatibilizar o conceito de inovação estabelecido pelo manual em sua quarta versão com aquele da versão anterior, restrito às empresas.

42. No original: “Furthermore, innovation is a dynamic and pervasive activity that occurs in all sectors of an economy; it is not the sole prerogative of the Business enterprise sector. Other types of organisations, as well as individuals, frequently make changes to products or processes and produce, collect, and distribute new knowledge of relevance to innovation.” (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 44).

financeiras); governo geral; famílias; e instituições sem fins de lucro a serviço das famílias.

No caso do governo geral, destaca-se que, embora os processos inovativos sejam similares à inovação nas empresas, a motivação é diferente, estando relacionada a aspectos redistributivos ou de disponibilização de bens e serviços para a população. Ressalta-se também que uma característica comum deste processo inovativo é o estabelecimento de cooperação com outros setores institucionais e de coprodução de inovações. Uma diferença fundamental é a “ausência de mercado”, que altera os incentivos para inovação e os métodos de mensuração dos resultados, que passam a ser mais subjetivos (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 60).

No setor famílias, o aspecto a realçar é o papel fundamental que indivíduos e empresas informais (*unincorporated enterprises*) assumem como fornecedores e consumidores. Os indivíduos são considerados como parte do processo inovativo, não só pelo lado do consumo, mas como empregados. As empresas informais podem também ser geradoras e consumidoras de inovações, e podem estar apenas transitoriamente como informais. Historicamente, o setor famílias teve grande importância no desenvolvimento de invenções e solução de problemas, que depois se tornaram inovações na medida em que foram disponibilizadas à sociedade. No entanto, com a profissionalização e a exigência de capital para pesquisa, desenvolvimento e inovações, passaram a ser vistas como consumidores passivos de inovações. Mais recentemente, com o desenvolvimento de novas tecnologias – de informação e comunicação, impressão 3D, etc. – assumiram novamente um papel relevante como produtores, consumidores e, às vezes, financiadores, de inovações. Estas mudanças reforçam a necessidade de entender este papel, tornando-se prioridade, do ponto de vista das políticas de inovação (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 61-62).

Para as instituições sem fins de lucro também são sublinhadas as dificuldades em mensurar os resultados, já que, em geral, buscam implementar “inovações sociais” baseadas em seu objetivo de promover o bem-estar de indivíduos e comunidades (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 61).

Além da inclusão de novos “atores”, a segunda mudança a destacar diz respeito às definições de produtos e processos derivadas do Sistema de Contas Nacionais (EC *et al.*, 2009) que passam a ser incorporados na nova versão. Por esta definição, os produtos são definidos como bens ou serviços resultantes da atividade produtiva, podendo ser utilizados como insumos para a produção, para o consumo final, ou como investimento. Os processos de produção (ou atividades de produção) são definidos como todas as atividades que envolvem insumos de

capital, trabalho, bens e serviços para produzir outros bens ou serviços, sob controle de uma unidade institucional (OECD/EUROSTAT, 2018, p. 53).

Cumprе ressaltar ainda que, do ponto de vista da produção, o Sistema de Contas Nacionais (SCN) considera que todos os bens e serviços produzidos devem poder ser vendidos em mercados ou ao menos devem ser providos de uma unidade para outra, com ou sem custos. São incluídos também toda a produção que possa ser destinada ao mercado para a venda ou permuta, ou aqueles providos gratuitamente para domicílios ou para comunidades (EC *et al.*, 2009, p. 6). Desta maneira, segundo a versão mais recente (v. 4) do Manual de Oslo, a inovação deve ser analisada a partir da definição de processo de produção (ou atividade de produção) que “inclui todas as atividades sob controle de uma unidade institucional, que usa insumos de trabalho, capital e bens e serviços para produção de outros bens ou serviços.”⁴³ (EC *et al.*, 2009, p. 53, tradução nossa), não se restringindo apenas à indústria (*manufacturing*). Além disso, inclui também a identificação de inovações na redistribuição, consumo e outras atividades.

Essas alterações introduzidas pela quarta edição do Manual de Oslo são fundamentais, pois, permitirão uma avaliação mais abrangente e sistêmica, possibilitando incorporar, como já destacado, a análise de inovações sociais. No entanto, há que se estar atento para as consequências sobre as séries de dados e estatísticas, sobretudo no que tange às inovações de processo, cuja definição é agora muito mais abrangente, incorporando as inovações organizacionais e de marketing.⁴⁴

2.2.4 Patentes

O uso de estatísticas baseadas em registros de patentes não é algo recente na literatura dedicada a análises de C&T&I, remonta aos anos 1950, quando outros indicadores, como gastos e número de empregados em P&D, ainda não estavam disponíveis de forma tão abrangente como atualmente. A difusão e continuidade de seu uso está associada à disponibilidade de informações detalhadas a respeito da atividade inventiva para longos períodos, com elevado grau de cobertura, tecnológica, setorial ou geográfica, a custo relativamente reduzido em com-

43. No original: “[...] as all activities, under the control of an institutional unit, that use inputs of labour, capital, goods and services to produce outputs of goods and services.” (EC *et al.*, 2009, p. 53).

44. No capítulo 6, Paranhos e Hasenclever destacam o detalhamento proposto pelo Manual de Oslo, sobretudo para a inovação de processo.

paração a outros indicadores (GRILICHES, 1990; PAVITT, 1998; HALL, 2009; OECD, 2009).

A patente é um instrumento de proteção dos direitos de exploração de uma invenção com exclusividade, concedido pelo Estado ao seu titular, que pode ser uma pessoa física, como o inventor, ou pessoa jurídica, como uma universidade ou uma empresa onde o projeto tenha sido desenvolvido. Como contrapartida, as características da tecnologia patenteada tornam-se públicas. Esta concessão é feita, em geral, por um período de até 20 anos e está circunscrita ao país ou à região do escritório que a concede. Para obter a concessão da patente, a invenção deve satisfazer a três critérios básicos: (i) novidade, o que implica que a tecnologia não pode ser pública; (ii) atividade inventiva, isto é, que a tecnologia não seja resultado óbvio do estado atual da técnica; e (iii) utilidade industrial, ou seja, que tal invento deve poder ser utilizado ou reproduzido por qualquer atividade industrial (OECD, 2009, p. 42).⁴⁵

Desta forma, a patente pode ser vista como resultado da atividade inventiva e o número de patentes, como um indicador do volume de investimentos em P&D ou de atividade inovativa.⁴⁶ Além disso, como aponta o Manual de Estatísticas de Patentes (OECD, 2009),⁴⁷ os registros contidos em seus documentos permitem não apenas a caracterização da invenção, mas da atividade inventiva que resultou no objeto patentado e dos agentes envolvidos, configurando-se como fonte rica de informação para a elaboração de indicadores.

Para a comprovação dos prerequisites mencionados acima e da garantia do acesso irrestrito às características da tecnologia, os documentos apresentam um relatório descritivo do objeto a ser patentado, que permitirá a identificação do campo técnico ao qual pertence. Com o objetivo de contribuir para a dissemina-

45. No Brasil, a concessão de patentes é feita pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e há dois tipos de patentes: Patentes de Invenção, cuja validade é de 20 anos, e Patentes de Modelo Utilidade, com validade é de 15 anos (DIRPA/INPI, 2015).

46. Em geral, utiliza-se como referência para elaboração dos indicadores o número de depósitos de patentes, e não o número de patentes concedidas. Um dos principais motivos está na disponibilidade de informações mais recentes, em razão do tempo necessário para análise e divulgação da decisão de concessão, que em alguns países pode demorar vários anos. Além disso, presume-se que, mesmo sem sucesso, um pedido de patente esteja associado a algum tipo de atividade tecnológica.

47. Assim como no caso do Dispendio em P&D e de Inovação, a OECD elaborou um documento que serve como referência para usuários e produtores de estatísticas baseadas em dados de patentes para a análise de atividades científicas e tecnológicas. O OECD Patent Statistics Manual (OECD, 2009) está disponível em: <https://www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentstatisticsmanual.htm>. Acesso em: 11 nov. 2019.

ção da informação entre escritórios de patentes ao redor do mundo, a caracterização da natureza tecnológica do objeto patentado, incluindo sua aplicação ou função, é feita por meio de códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP).⁴⁸ O relatório traz também o chamado “estado da técnica”, onde é apresentada a base de conhecimento utilizada para desenvolver a matéria patentada e é delimitado o escopo de sua contribuição – seu grau de novidade. Para tal, são citadas outras patentes, artigos científicos e outros documentos públicos.

A partir da IPC e de buscas de termos que caracterizem determinadas áreas tecnológicas nos documentos de patentes (título, resumos e relatório descritivo), pode-se, por exemplo, identificar a importância do volume de patentes por tecnologia e elaborar indicadores de especialização tecnológica dos países.

Com base nas citações que constam da descrição do estado da técnica, é possível estabelecer relações entre diferentes tecnologias, mapear trajetórias tecnológicas, observar o surgimento de novas tecnologias, identificar fluxos de conhecimento ou verificar a relação entre campos técnicos e áreas de conhecimento. O número de citações recebidas por uma patente após sua publicação, por exemplo, é interpretado como um indicador do impacto ou importância da invenção patentada na trajetória tecnológica e, conseqüentemente, de seu valor econômico. A análise do volume de citações pode ser feita também levando em consideração outras informações, como o campo técnico ou a localização geográfica dos agentes das patentes citantes, o que aponta, por exemplo, para o grau de difusão da patente citada.

Os registros de patentes trazem também a identificação dos agentes envolvidos: (i) os depositantes e (ii) os inventores, incluindo nomes e informações sobre sua localização geográfica. Com a identificação dos depositantes é possível apontar, por exemplo, que tipo de instituição faz mais investimentos em atividades inventivas, empresas, universidades ou pessoas físicas. Ou ainda, a importância da cooperação entre diferentes agentes. A colaboração entre universidades e empresas ou entre pesquisadores de múltiplas instituições pode ser mensurada pela importância do volume de patentes depositadas em conjunto por tais grupos de agentes.

Estas informações podem ser associadas a outros bancos de dados e permitem a elaboração de um conjunto ainda mais amplo de indicadores. Ao identificar as ativi-

48 A CIP é um sistema de classificação de áreas tecnológicas que resultou do acordo de Estrasburgo, assinado em 1971. Atualmente, sua estrutura pode ser desagregada em mais de 70 mil códigos e passa anualmente por revisão. Em inglês International Patent Classification – IPC. Mais detalhes disponíveis em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>. Acesso em: 20 nov. 2019.

dades econômicas às quais estão associados os depositantes,⁴⁹ têm-se indicadores para a importância dos setores no total de investimentos em atividades inventivas. Ao cruzar esta informação com a CIP atribuída às patentes, identifica-se em que tipos de tecnologias as empresas estão realizando suas atividades e abre-se a possibilidade para estruturar indicadores de especialização tecnológica dos setores e mapear processos de diversificação de suas bases de conhecimento. Agregando informações a respeito da estrutura de propriedade dos grupos empresariais, torna-se possível analisar o grau de concentração da propriedade do conhecimento, identificar processos de transferência tecnológica e caracterizar a dimensão tecnológica da estratégia das empresas.

O registro da localização (endereços) dos depositantes e dos inventores agrega a dimensão geográfica aos indicadores. A distribuição do número de patentes por país ou região permite mapear a distribuição geográfica da atividade inventiva, inclusive por setor ou campo técnico, bem como a concentração da propriedade do conhecimento. A residência do inventor pode ser vista como um indicador do local onde a atividade inventiva foi realizada ou onde está o conhecimento a ela associada. De forma similar, a localização do depositante pode ser interpretada como o local de origem do investimento. Assim, a comparação dos endereços dos diferentes agentes associados a uma patente permite também identificar o movimento de internacionalização de investimentos de P&D e os processos de transferência reversa de conhecimento. Com esse conjunto de informações, é possível, por exemplo, caracterizar o investimento de empresas multinacionais e apontar se estão contribuindo ou não para o avanço e diversificação da base tecnológica de países que se encontram distantes da fronteira.

Como mencionado acima, o título de propriedade concedido ao detentor da patente está limitado ao país ou à região do escritório que a concedeu. Caso tenha interesse em obter o direito de exclusividade em outras localidades, seu detentor deve depositar pedidos equivalentes em cada um dos mercados de interesse.⁵⁰ O conjunto de patentes de diferentes escritórios que protegem uma mesma invenção é identificado como uma “família de patente”. Além disso, em muitos países, a manutenção dos direitos associados a uma patente exige o pagamento de uma taxa de renovação anual. Considerando que tanto as anuidades como os procedimentos para depósitos em diferentes países são custosos, o depositante só os realizará se houver expectativa de ganho

49. No caso do Brasil, tal identificação pode ser feita por meio do cruzamento dos registros de patentes com bases de dados que contenham a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) por empresa.

50. O Tratado de Cooperação de Patentes (em inglês o Patent Cooperation Treaty - PCT) simplifica os trâmites de depósito de uma mesma patente em diferentes localidades.

ainda maior. Assim, o tamanho da família de uma patente e seu número de renovações, junto com o volume de citações recebidas já comentado anteriormente, são vistos como indicadores do potencial comercial ou do valor econômico do objeto patenteadado.⁵¹

Além de todas essas informações, cada uma das etapas do processo para obtenção da patente, desde o depósito do pedido à publicação da decisão de sua concessão, incluindo pedidos de esclarecimento e contestações e renovações, possuem registro de datas, o que permite que sejam elaboradas séries temporais para grande parte dos indicadores mencionados. Em geral, quando o objetivo é a representação da atividade inventiva, a escolha da referência temporal é pela data de depósito da primeira patente que compõe a família, a chamada “patente prioritária”, por representar o registro mais próximo do momento de sua realização.

Com relação às fontes de dados, muitos escritórios de patentes no mundo permitem consultas abertas aos documentos e disponibilizam estatísticas consolidadas de patenteamento anualmente. No Brasil, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pela concessão de patentes⁵² e divulga de forma periódica tais informações.⁵³ Um esforço do Escritório Europeu de Patentes e da OECD resultou na formação de um banco de dados que reúne registros de mais 100 escritórios de patentes do mundo, o PATSTAT Global.⁵⁴

A utilização das estatísticas de patentes para elaboração dos indicadores, no entanto, não pode ser feita sem alguns cuidados no tratamento e na interpretação dos dados. Como visto acima, por definição, a patente está associada à atividade inventiva e suas estatísticas são utilizadas como indicadores de P&D e inovação. No entanto, cabem algumas ressalvas a respeito das limitações do que as estatísticas de patentes representam: (i) nem toda atividade inventiva resulta

51. Para indicadores de valor das patentes e de outras características ver OECD (2009).

52. Ver a Lei da Propriedade Industrial - Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 - e também DIRPA/INPI (2015), disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

53. Estatísticas de patentes são publicadas periodicamente pelo INPI e estão disponíveis em: <http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas>. Acesso em: 19 dez. 2019. Outras estatísticas estão também disponíveis em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Patentes/patentes.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.

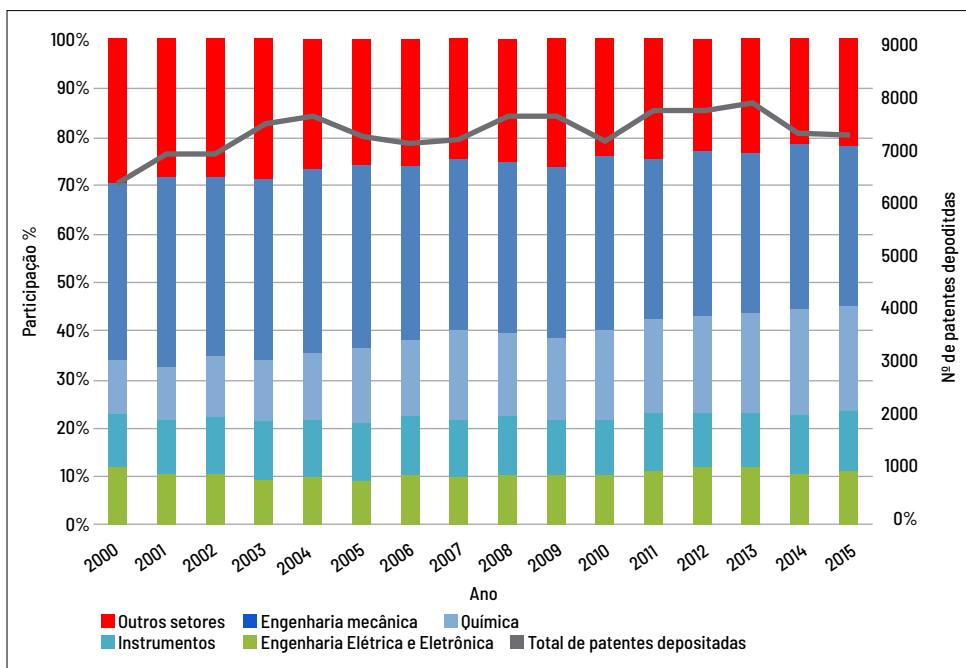
Informações para outros países podem ser encontradas em: <https://www.oecd.org/sti/intellectual-property-statistics-and-analysis.htm> e no portal de indicadores de Ciência e Tecnologia da OECD, disponível em: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB. Acesso em: 10 nov. 2019.

54. Mais informações disponíveis em: <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>.

de atividades formais de P&D; (ii) nem todo esforço de P&D ou outras atividades inovativas resultam em patentes; (iii) nem todas as patentes resultam em inovações ou inovações de mesma importância.

Embora a literatura tenha mostrado que há uma relação entre o volume de patentes e os esforços de P&D, os processos de inovação envolvem atividades que extrapolam os limites de laboratórios e áreas de engenharia. Muitas empresas, sobretudo as de pequeno porte, não possuem departamentos estruturados de P&D, ainda que realizem atividades inovativas. O mesmo deve ocorrer também com novos “atores” incorporados pela quarta versão do Manual de Oslo, como instituições sem fins de lucro.

Gráfico 2 – Patentes depositadas por residentes no Brasil:
Evolução e Distribuição (%) por área tecnológica - 2000-2015



Fonte: INPI. Elaboração dos autores.

Notas:

- (1) Foram considerados os depósitos de pedidos de Patente de Invenção e de Patente de Modelo de Utilidade.
- (2) Para a distribuição por área tecnológica foi considerado apenas o primeiro símbolo de classificação dos pedidos já publicados na data da extração dos dados e os percentuais foram calculados em relação ao total de patentes depositadas que possuíam tal informação. A distribuição por área tecnológica não foi calculada para os anos de 2016 e 2017 por falta de disponibilidade de informação pa

Ao mesmo tempo, é preciso considerar que nem todos os esforços envolvidos em processos de mudança tecnológica resultam em patentes, e que essa relação apresenta diferença entre países, setores e firmas e no tempo. Há duas razões principais: (a) parte destas atividades não geram matéria patenteável; e (b) as firmas possuem estratégias distintas. Parte significativa dos esforços inovativos das empresas está associado a processos de imitação ou difusão tecnológica e não envolve atividade inventiva. Logo, não resulta em objeto novo, não se configura como matéria patenteável e não estará representado pelas estatísticas de patentes. Esta é uma lacuna importante, sobretudo no caso de países que se encontram distantes da fronteira tecnológica. Além disso, parte do conhecimento gerado nos esforços de mudança tecnológica é não codificável, o que impossibilita seu patenteamento. Por fim, há aspectos específicos das legislações nacionais que limitam o escopo do que pode ser patenteado, principalmente em novas áreas tecnológicas. Um exemplo é o caso de programa de computador, que não é considerado objeto de patente pela maioria dos escritórios patentários no mundo, mas é abarcado pela legislação dos EUA.⁵⁵

A segunda razão que faz com que nem tudo que seja patenteável seja objeto de uma patente é o fato de que a escolha da forma de proteção da invenção é parte da estratégia das empresas, cuja decisão diante de outros instrumentos de apropriação levará em conta os custos e os benefícios advindos do patenteamento. Com relação à estratégia de absorção, as empresas contam com outros instrumentos como vantagens de posicionamento na curva de aprendizado, o segredo industrial e o controle de serviços e outras competências complementares.⁵⁶ Entre as razões apontadas para a adoção de outras estratégias estão o fato de a divulgação das patentes facilitar invenções correlatas por parte de competidores; as dificuldades de comprovação do caráter “novo” do objeto; os custos financeiros, razão mais importante para as pequenas empresas; e a necessidade de registro de inúmeras patentes para um único produto. E há diferenças nessas escolhas entre setores, países, por tamanho das firmas e por natureza da atividade inventiva e/ou no tempo. Para setores como o farmacêutico, caracterizados por tecnologias “discretas” e que envolvem produtos que podem ser protegidos por uma única patente de codificação mais simplificada, tornando mais fácil

55. No Brasil, embora não sejam objeto de patente, os programas de computador podem ser registrados no INPI. Detalhes estão disponíveis em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/programa-de-computador/guia-basico-programa-de-computador>. Acesso em: 19 dez. 2019.

56. A importância dos diferentes mecanismos de apropriação na estratégia das empresas foi também objeto de investigação de edições da Pintec, já apresentada em seção anterior.

a comprovação do caráter inovador do objeto e esclarecimentos em eventuais disputas futuras, as patentes se colocam como mecanismo mais atraente. Diferente do setor produtor de equipamentos eletrônicos, caracterizados por tecnologias “complexas”, no qual um único produto envolve o registro de inúmeras patentes e sua divulgação detalhada pode propiciar a geração de produtos conexos por competidores. Dessa maneira, a escolha entre os diferentes mecanismos para tentar garantir a apropriação exclusiva dos ganhos associados aos resultados da atividade inventiva está diretamente relacionada com a característica tecnológica do objeto a ser patenteado, refletindo em uma diferença na propensão a patentear entre os setores. O viés setorial existente na propensão a patentear das empresas sofre influência também de outras funções estratégicas atribuídas às patentes. Entre elas estão: o uso como instrumento para bloquear a atuação de competidores ao redor da invenção patenteada, criando uma “cerca de proteção” de seus produtos principais e evitando a aproximação de empresas concorrentes; prevenir batalhas judiciais; o uso como instrumento de barganha em negociações tecnológicas com competidores e colaboradores, abrindo a possibilidade para licenciamento cruzado; como medida do desempenho das equipes de P&D; para marketing e para a atração de investidores. Com relação ao tamanho da empresa, a importância das patentes como instrumento de proteção é mais elevada no caso das grandes. Em empresas de menor porte, os custos associados aos procedimentos burocráticos de depósito e em possíveis disputas para garantir os direitos concedidos pela patente representariam uma barreira maior para sua adoção. Já em grandes empresas, há departamentos dedicados ao gerenciamento da propriedade industrial, cujos custos fixos são diluídos em função do elevado volume de atividade inventiva.

A leitura de tais estatísticas como indicadores de atividade inovativa também não pode ser feita sem levar em conta que nem todo objeto patenteado irá efetivamente ser produzido ou comercializado e que uma patente pode estar associada a uma invenção que se tornará uma inovação radical, enquanto outra pode dar origem a uma inovação de pouca relevância. Como já apontado, as patentes possuem valores econômicos e sociais distintos, que dependerão, entre outros, da evolução da trajetória tecnológica. Ao mesmo tempo, muitas empresas patenteiam invenções sem a intenção a priori de inserir o objeto em sua linha de produção, mas com outros objetivos estratégicos. Ou seja, muitos dos objetos patenteados não dão origem a uma inovação.

Por fim, cabe ainda uma última observação com relação à fonte de informação. Como dito acima, uma das vantagens do uso de estatísticas de patentes está na disponibilidade dos dados. No entanto, a escolha da fonte de informação é um passo importante na elaboração dos indicadores. Muito embora inúmeros acordos internacionais tenham sido firmados ao longo do tempo na tentativa de padronizar regras e procedimentos para a concessão de patentes, como a Convenção de Paris para

a Proteção da Propriedade Industrial, o já mencionado Tratado de Cooperação de Patentes (TCP)⁵⁷ e o Acordo sobre aspectos dos direitos de propriedade intelectual relacionados ao comércio, da Organização Mundial do Comércio (OMC),⁵⁸ os países possuem especificidades em seus padrões de análise e regras de concessão, o que traz dificuldades para a comparação ou para a agregação de registros de diferentes escritórios. Ao mesmo tempo, em razão da delimitação geográfica da validade das patentes, os dados dos escritórios nacionais tendem a representar melhor a atividade inventiva dos agentes locais, o chamado “viés doméstico”. Na tentativa de contornar essa questão, bem como a heterogeneidade da qualidade das patentes, muitos autores optam por trabalhar com informações de escritórios de países grandes, apenas com informações da tríade Estados Unidos, Europa e Japão, com depósitos realizados via TCP ou com “famílias de patentes”. No caso de países em desenvolvimento, a opção por utilizar um escritório estrangeiro, como o United States Patent Office (USPTO) ou o European Patent Office (EPO), como fonte para indicadores de suas atividades inovativas levará a resultados enviesados não apenas em razão do “viés doméstico” presente no registro desses escritórios, mas também pelo grau relativamente baixo de internacionalização de suas empresas nacionais.

Por essas razões, é importante que os indicadores sejam estruturados sempre levando em consideração algum elemento de controle, como o total de patentes em um determinado período ou setor, ou o número de habitantes, e que seu uso na caracterização do SNI dos países seja feito de forma complementar a outros indicadores apresentados neste capítulo.

2.2.5 Produção científica

Os indicadores de produção científica, assim como os dispêndios em C&T e P&D, estão entre as primeiras métricas desenvolvidas para mensurar o modelo linear de inovação. Essa produção é considerada resultado do processo de pesquisa e desenvolvimento, especialmente da pesquisa (básica e aplicada).

A bibliometria, ramo da ciência que estuda a produção científica bibliográfica, embora tenha seus primeiros registros nos anos 1920, se desenvolveu princi-

57. Em inglês: Patent Cooperation Treaty - PCT.

58. Em inglês: Trade-related aspects of intellectual Property Rights - TRIPS.

59. O primeiro banco de dados criado foi o Science Citation Index (SCI), em 1963; em 1973 é criado o Social Science Citation Index (SSCI); em 1978, é instituído o Arts and Humanities Citation Index (AHCI). Estes três bancos foram agrupados posteriormente na Web of Science (1993). Além da Web of Science (WoS), em 2004 foi criada a base Scopus. Atualmente, outro banco que começa a ganhar projeção é o Google Scholar, no entanto, sua confiabilidade é questionável (GINGRAS, 2016).

palmente a partir da década de 1960, quando foram criadas as primeiras bases de dados,⁵⁹ em geral privadas, com as informações relativas à produção científica, especificamente de citações de artigos em periódicos. O objetivo inicial da organização da produção bibliográfica era permitir a seleção pelas bibliotecas dos mais importantes periódicos a serem adquiridos para as suas coleções; uma vez instituídas permitiram fazer a gestão desta produção.

Ainda que não haja um manual de referência internacional para a mensuração da produção científica, a partir da disponibilidade das bases e com o crescimento da importância das políticas científicas, diversas métricas passaram a ser estabelecidas a partir destes bancos de dados de literatura científica.⁶⁰ Do ponto de vista dos países, os indicadores de produção científica são usados para identificar o nível de desenvolvimento científico (e tecnológico), e sinalizam a inserção internacional, tanto de forma agregada, como por área de conhecimento. Além da evolução do número absoluto de publicações, outra medida usual é o indicador de impacto dessas publicações, considerando, em geral, o número de citações em relação ao número de publicações, em determinado período. Essas medidas podem indicar também como está estruturado o sistema de pesquisa, por área de conhecimento e por região do país, por exemplo. Estas informações são extraídas dessas bases de dados de literatura a partir de consultas estruturadas, que podem ser por área de conhecimento, nome de autores, ou buscas lexicográficas, por exemplo. No caso do Brasil, o MCTIC divulga algumas estatísticas de produção científica para o Brasil sendo as mais atuais baseada na base Scopus,⁶¹ mostrando a inserção do país na produção científica mundial, destacando também a produção da América Latina, para o total e por área de conhecimento.⁶²

Quando se trata de analisar e interpretar estes indicadores de produção científica, há duas limitações que merecem destaque e que dizem respeito às bases de dados utilizadas para a sua composição e a forma de produção científica por área de conhecimento. O primeiro ponto diz respeito ao fato de as principais bases terem sido inicialmente estruturadas para refletir a produção de artigos/

60. Inúmeros trabalhos discutem a construção e utilização dos indicadores de produção científica, dentre os quais destacam-se: Gingras (2016) e Costas (2017). Ver também notas metodológicas MCTIC. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Notas_Metodologicas/Producao_cientifica.html. Acesso em: 18 dez. 2019.

61. Banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>. Acesso em 15 dez. 2019.

62. Disponíveis em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Producao_Cientifica/Producao_cientifica. Acesso em: 22 nov. 2019.

periódicos das ciências da natureza. Então, por definição, estas são as áreas em que as séries de dados são mais longas e consistentes, e tendem a deixar de fora a produção de livros e outras mídias. Também é importante frisar que as bases inicialmente focavam na produção em língua inglesa, o que sinaliza que os dados reforçam a produção de países cuja produção principal utiliza esta língua.

A segunda limitação é que, mesmo considerando apenas as produções mais recentes, há características de produção diferentes entre as áreas de conhecimento. Por exemplo, nas ciências da natureza há maior tendência na produção de artigos para periódicos do que de livros, e de produção em cooperação (os artigos são assinados, em geral, por mais de um autor). Ao contrário, nas ciências sociais, é comum a produção de livros, de um único autor. É claro, portanto, que ao se comparar a produção entre as áreas de conhecimento, estes aspectos têm que ser levados em consideração.

Com a utilização da bibliometria para a produção de *rankings* de produtividade de instituições e pesquisadores para fins de avaliação, algumas características destas bases são reforçadas. Por exemplo, se as bases têm predominantemente artigos/periódicos de língua inglesa, estes tendem a estar mais bem posicionados, reforçando seu poder de atração para as publicações em língua inglesa tornando-se, portanto, um círculo vicioso. Este ponto, além de ser levado em consideração na utilização e interpretação do indicador, pode levar a um viés na produção científica de um país que utilize os *rankings* internacionais para avaliação da produtividade de seus pesquisadores e instituições, já que determinados assuntos/temas de pesquisa que seriam de prioridade nacional podem não ser do interesse das publicações melhor posicionadas em língua inglesa.⁶³

2.2.6 TIC

As estatísticas sobre tecnologias de informação e comunicação (TIC), mais vinculadas a uma visão sistêmica da inovação, começaram a ser estabelecidas quando foi reconhecido seu papel transversal e “transformador” da economia; quando estas tecnologias foram entendidas como essenciais para que um país acesse à chamada “Sociedade da Informação”. Podem ser consideradas, em grande medida, como indicadores de insumo, pois têm como objetivo principal

63. Para tentar minimizar este problema, diversos bancos de dados de publicações científicas foram lançados ao longo dos anos como por exemplo: *Scientific Electronic Library Online - SciELO* (2002), com a participação de vários países de língua portuguesa e espanhola, principalmente, da América Latina; e o *Emerging Sources Citation Index* (2015), instituído pela gestora do *Web of Science*.

identificar a infraestrutura disponível, como se dá o acesso e uso destas tecnologias, nos diversos setores institucionais da economia.

Como mencionado para outras estatísticas, não há um nível ótimo que defina a disponibilidade, acesso e apropriação dessas tecnologias, o que reforça a importância de que os indicadores sejam internacionalmente comparáveis. Neste sentido, foram estabelecidas diretrizes internacionais para a mensuração das TIC nas seguintes áreas: infraestrutura e acesso; acesso e uso por domicílios e indivíduos; uso por empresas; setores de TIC; educação; e e-governo.

O principal manual de referência para as TIC, *Manual for the production of statistics on the information economy*, foi elaborado pela Organização das Nações Unidas e a *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)*, sendo a última versão disponível de 2009.⁶⁴ Há também a “Parceria para a Medição das TIC para o Desenvolvimento” (*Partnership on Measuring ICT for Development*)⁶⁵ que estabelece um conjunto mínimo de indicadores que deve ser seguido pelos países, de forma a garantir a comparabilidade internacional, para cada uma das áreas a serem mensuradas. O último relatório disponível é *Core ICT indicators 2016*.⁶⁶

Especificamente para as estatísticas de TIC em empresas, além dos manuais já citados, outra importante referência é o modelo proposto pelo Escritório Europeu de Estatísticas (*Statistical Office of the European Communities - Eurostat*), utilizado para basear a pesquisa *Community Survey on ICT Usage and e-Commerce in Enterprises*.⁶⁷ Além de ser referência para os países da União Europeia, tem sido balizador de diversas pesquisas de TIC-empresa em outros países.

No Brasil, as estatísticas oficiais para TIC estão incompletas,⁶⁸ havendo estatísticas para a TIC - domicílio produzidas a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Pnad Contínua, e a “Pesquisa sobre o uso das tecnolo-

64. Disponível em: https://unctad.org/en/docs/sdteecb20072rev1_en.pdf. Acesso em: 23 nov. 2019.

65. Para outros detalhes ver: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/coreindicators/default.aspx>. Acesso em: 23 nov. 2019.

66. Disponível em: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/coreindicators/Core-List-of-Indicators_March2016.pdf. Acesso em: 23 nov. 2019.

67. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_enterprises&oldid=238955. Acesso em: 20 dez. 2019.

68. Como fonte não oficial, há a produção de indicadores de TIC pelo Cetic.br que tem como missão: “[...] de monitorar a adoção das tecnologias de informação e comunicação (TIC) - em particular, o acesso e uso de computador, internet e dispositivos móveis - foi criado em 2005 o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). O Cetic.br é um departamento do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (Nic.br), que implementa as decisões e projetos do Comitê Gestor da Internet do Brasil (Cgi.br)”. Disponível em: <https://cetic.br/sobre/>. Acesso em: 22 nov. 2019.

gias de informação e comunicação nas empresas: 2010” - TIC - Empresas 2010,⁶⁹ que só teve essa edição. Essa pesquisa permite compilar indicadores como o percentual de empresas que têm acesso às TIC e o percentual de empresas com acesso à banda larga, por exemplo, além de trazer informações sobre o uso (e não uso) dessas tecnologias, habilidades em TIC e segurança.

2.2.7. Indicadores complementares

2.2.7.1 Balanço de pagamentos tecnológicos⁷⁰

Assim como no caso dos bens, os países também não produzem todo o conhecimento e tecnologia que precisam. O comércio exterior de bens pode ser visto como um indicador de transações de tecnologias “incorporadas”, como no caso da importação de um equipamento. Mas esses registros não incluem uma parcela importante do fluxo de tecnologia, associado, por exemplo, ao processo de difusão tecnológica e ao movimento de internacionalização dos investimentos em P&D, a parte intangível. Na contratação de empresas estrangeiras para prestação de serviços de P&D ou para adaptação de um equipamento, mesmo que seja uma transação entre uma filial e sua matriz, ou na compra dos direitos para produzir determinado bem desenvolvido por um *startup* localizada em outro país, por exemplo, está havendo uma troca internacional de tecnologia. O registro desses fluxos pode ser visto como uma medida de desempenho e se constitui como mais uma peça no conjunto de indicadores que contribuem para a caracterização dos sistemas nacionais de inovação e para a elaboração de políticas nacionais de desenvolvimento.

A referência mais difundida para a construção de um indicador que represente o comércio internacional de conhecimento técnico e serviços tecnológicos é o Manual de Balanço de Pagamentos Tecnológicos (OECD, 1990).⁷¹ Segundo este, no Balanço de Pagamentos Tecnológicos (BPT) devem ser consideradas as transações envolvendo agentes de países distintos e associadas à tecnologia e P&D: cessão e licenciamento de patentes, desenhos industriais e marcas, incluindo franquias; fornecimento de tecnologias não amparadas por direitos de propriedade

69. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9137-pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-empresas.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 23 nov. 2019.

70. Uma discussão complementar e uma aplicação empírica são realizados no capítulo 17.

71. Ver também OECD (1998).

industrial (know-how); serviços de assistência técnica e científica e financiamento de P&D industrial. Ao considerar apenas transações associadas à tecnologia e P&D, o manual explicitamente exclui operações associadas a outros serviços de assistência, como comercial e administrativa; publicidade; software, base de dados e a elementos protegidos por direitos autorais. O manual aponta ainda que a partir dos registros de tais transações poderiam ser estruturados indicadores desagregados pelas características dos agentes envolvidos, como o país de residência, o setor institucional,⁷² a atividade econômica e o porte; e pela natureza dos contratos, como o tipo de serviço envolvido ou o método de pagamento.

O resultado do BPT pode ser visto como um reflexo das capacidades tecnológicas acumuladas, da magnitude dos investimentos em C&T&I, da interdependência tecnológica e do grau de internacionalização dos países, também medido por outros indicadores já apresentados anteriormente. Um significativo desempenho na venda deste tipo de serviços é visto como um sinal de robustez do SNI. Ao mesmo tempo, uma alta participação da importação de serviços tecnológicos em relação ao PIB ou aos demais dispêndios em P&D do país, acompanhada de déficits elevados e persistentes, pode ser interpretada como um sinal de dependência de fontes externas de conhecimento e de fragilidade do SNI. No entanto, cabe ressaltar que a importação de tecnologia pode ter papel relevante nas estratégias de desenvolvimento científico e tecnológico dos países distantes das fronteiras tecnológicas. Movimentos mais intensos de *catching up* podem implicar elevados volumes de importação de tais serviços e a aquisição de conhecimento externo pressupõe o desenvolvimento de capacidade de absorção para tal, o que torna necessário que tais indicadores não sejam analisados de forma isolada, mas em conjunto com os demais apresentados neste capítulo.

No Brasil, as operações de transferência de tecnologia devem ser registradas no INPI⁷³ e os fluxos financeiros correspondentes integram a conta de Serviços do Balanço de Pagamentos, a cargo do Banco Central.⁷⁴ Tais registros permitem o cálculo do resultado anual do balanço de pagamentos tecnológicos, em geral observado em relação ao PIB do país.⁷⁵ Em seus boletins e relatórios anuais, o INPI disponibiliza estatísticas de números de contrato e dados de receitas e despesas com royalties e serviços de assistência técnica.⁷⁶ Além disso, informações detalhadas são publicadas

72. Neste caso, a orientação é seguir as mesmas diretrizes do Manual Frascati.

73. Para a realização da operação financeira, as empresas necessitam apresentar o registro dos contratos no INPI.

74. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 12 dez. 2019.

75. Dados para outros países do mundo podem ser encontrados em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators_2304277x. Acesso em: 12 dez. 2019.

76. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas>. Acesso em: 12 dez. 2019.

de maneira periódica na Revista de Propriedade Industrial (RPI).⁷⁷ Dentre essas estão o nome e o país das empresas envolvidas; a situação jurídica do contrato – se foi aprovado ou rejeitado, por exemplo; e, no caso dos contratos aprovados, é possível conhecer ainda o tipo de contrato – como cessão ou licenciamento de patentes, fornecimento de tecnologia ou prestação de serviços de assistência técnica e científica; o modelo de pagamento; o prazo do contrato e uma descrição da tecnologia envolvida. Essas informações permitem elaboração de indicadores de fluxo bilaterais de tecnologia por país e por tipo de contrato.

O Banco Central disponibiliza também informações do comércio exterior de serviços. Porém, as estatísticas de Balanço de Pagamentos no Brasil são publicadas de acordo com a sexta edição do Manual de Balanço de Pagamentos e Posição Internacional de Investimentos (BPM6), do Fundo Monetário Internacional (FMI),⁷⁸ cuja classificação obedece a outros fins e não é integralmente compatível com aquela utilizada pelo INPI.

Em resumo, a padronização do registro dos dados, também essencial para a comparação internacional, segue como uma das maiores limitações deste indicador também para o Brasil, onde as instituições nacionais seguem padrões de classificação distintos.

2.2.7.2 Balança comercial

Outros dados vistos como uma *proxy* de competitividade da indústria e como resultado do desenvolvimento científico e tecnológico dos países são os registros de comércio exterior. O grau de diversificação e a participação de setores de acordo com a intensidade tecnológica na corrente de comércio são interpretados também como um indicador de resultado das características do SNI dos países.

Para a identificação destes setores, a OECD, a partir de estatísticas de dispêndio em P&D das empresas, apresenta uma classificação de atividades econômicas onde estas são divididas em cinco grupos: alta, média-alta, média, média-baixa e baixa intensidade tecnológica. Entre os setores considerados como de alta intensidade tecnológica estão, por exemplo, a indústria farmacêutica e de fabricação de aeronaves, enquanto a fabricação de máquinas e equipamentos e de máqui-

77. Disponível em: <http://revistas.inpi.gov.br/rpi/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

78. Informações acerca de tal metodologia estão disponíveis em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/bop/2007/bopman6.htm>. Acesso em: 20 dez. 2019.

nas, aparelhos e material elétricos são consideradas de média-alta intensidade.⁷⁹

No caso brasileiro, a série histórica de valores agregados de comércio exterior por intensidade tecnológica é disponibilizada pelo Ministério da Economia.⁸⁰ Indicadores desagregados, como por país de origem e destino, podem ser calculados a partir de dados detalhados de importação e exportação disponíveis pelo sistema Comex Stat,⁸¹ usando tabelas de correspondências entre as diferentes classificações.⁸²

Há, no entanto, alguns pontos que precisam ser levados em conta. A classificação de produtos ou atividades de acordo com níveis de intensidade tecnológica são feitas de forma agregada e considerando a realidade de grupos específicos de países. O fato de um setor apresentar baixos (ou elevados) indicadores de esforço em P&D em determinada região, não implica que todos os seus produtos possam ser considerados como de baixa (ou alta) intensidade tecnológica, com é o caso de determinados produtos da indústria têxtil, que é considerada como de média-baixa intensidade tecnológica. Além disso, sobretudo quando o indicador é analisado ao longo do tempo, é preciso levar em conta que o resultado da balança comercial de um país pode ser influenciado por outras variáveis que não apenas o investimento em C&T&I, como por exemplo, o nível de atividade, mudanças nas políticas cambial e de proteção comercial e pela estratégia de organização das empresas multinacionais e mudanças na organização das cadeias globais de valor.

79. Para detalhes da metodologia da taxonomia das atividades econômicas com base da intensidade de P&D, ver Galindo-Rueda e Verger (2016). Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jlv73sqqp8r-en.pdf?expires=1576451492&id=id&accname=guest&checksum=DC5569673498E1DAF6772A5C5AE41131>. Acesso em: 14 dez. 2016. Os autores fizeram uma atualização da metodologia com o objetivo de aprimorar a classificação de outras atividades além daquelas das indústrias de transformação. A classificação anteriormente adotada pela OECD (2003) está também disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2003_sti_scoreboard-2003-en#page154. Acesso em: 15 dez. 2019.

80. Dados disponíveis em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicas>. Acesso em: 20 dez. 2019. Para outros países do mundo, a OECD também inclui dados de comércio exterior para setores de alta intensidade tecnológica dentre seus indicadores selecionados de Ciência e Tecnologia, disponíveis em: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MS-TI_PUB#. Acesso em: 14 dez. 2019.

81. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 14 dez. 2019. Estatísticas de comércio exterior para diversos países do mundo podem ser encontradas em: <https://comtrade.un.org/>. Acesso em: 14 dez. 2019.

82. As tabelas de correspondência entre diferentes classificações de produtos e de produtos e atividade econômica estão disponíveis no portal do Ministério da Economia. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/base-de-dados-do-comercio-exterior-brasileiro-arquivos-para-download>. Acesso em: 14 dez. 2019; e da Comissão Nacional de Classificação (CONCLA). Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/correspondencias.html>. Acesso em: 14/12/2019.

Como forma de complementar os indicadores tradicionais, a OECD, em conjunto com a OMC, desenvolveu uma série de estatísticas de comércio exterior em valor adicionado (*Trade in Value Added - TiVA*), disponíveis para um conjunto de mais de 60 países desagregadas para mais de 30 setores, iniciando-se em 2005.⁸³ A partir desses dados é possível calcular, por exemplo, a participação do valor adicionado importado nas exportações e a participação do valor adicionado doméstico nas exportações de outros países, não apenas por país, mas também por setor.

3. LACUNAS E TENDÊNCIAS

Como debatido ao longo deste livro, a Ciência, Tecnologia e Inovação se constituem como elemento essencial para o desenvolvimento econômico e social. Neste sentido, instrumentos que auxiliem na caracterização do SNI e na elaboração e avaliação de políticas que têm a C&T&I como foco são imprescindíveis, sobretudo para países que se encontram distantes das fronteiras tecnológicas. Neste capítulo, foram apresentadas estatísticas e indicadores que permitem a análise da C&T&I a luz de qualidades desejáveis que permitem comparação internacional e no tempo e que estão de acordo com os últimos desenvolvimentos dos modelos de inovação. Como apresentado, desde a publicação da primeira edição do Manual Frascati, em 1963, houve avanços significativos na construção de indicadores que retratem o SNI dos países em suas diferentes dimensões, avançando muito além da caracterização apenas das atividades de P&D.

A despeito dos avanços, podem ainda ser identificadas lacunas de três naturezas: (i) de informação primária; (ii) metodológicas; e (iii) de informações que respondam a novas demandas. A falta de informação se expressa tanto pela ausência de dados primários, quanto pelo fato de os indicadores disponíveis não estarem padronizados, não cumprindo com alguma(s) das qualidades desejáveis, e não sendo, portanto, comparáveis internacionalmente e no tempo. Este é o caso, por exemplo, das estatísticas de dispêndio em C&T, ausentes em inúmeros países do mundo, incluindo países da OECD. No Brasil, o sistema nacional estatístico é bastante avançado, no entanto, alguns ajustes ainda precisam ser feitos, sobretudo no que tange às classificações, como no caso dos registros das estatísticas de P&D que ainda não seguem o padrão internacional no que se refere à classificação por setores institucionais e áreas de pesquisa e desenvolvimento.

A questão metodológica é pautada pela desatualização de algumas diretrizes e manuais de referência e pela necessidade de desenvolvimentos metodológicos que permitam mensurar conceitos que surgiram nos últimos anos. No primeiro caso, podem ser citados os indicadores relativos aos recursos humanos em C&T, cujo Manual de referência data de 1995, e precisaria ser atualizado para pelo me-

nos incorporar as novas versões das classificações de educação e de ocupação. No segundo, um exemplo recente foi sinalizado pelo Manual de Oslo em sua quarta edição ao identificar que é necessário elaborar novas diretrizes para a mensuração da inovação em outros setores institucionais que não as empresas. Essas novas diretrizes permitiriam, por exemplo, caracterizar as inovações sociais.

Aliado a estas lacunas, novos desafios se colocam a partir da aceleração do desenvolvimento tecnológico, das novas formas de organização social e a medida em que novos padrões de desenvolvimento se impõem, como explicitado pelas metas estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Dentre as discussões que estão em pauta uma delas já está mais avançada, a do grau de digitalização das economias. Ao mesmo tempo, para outros temas, os desenvolvimentos conceituais e metodológicos ainda não estão consolidados. Como mensurar a importância das inovações com impacto ambiental (ecoinovações)? E a das empresas startups? Qual(is) a(s) metodologia(s) permitirá(ão) desenvolver estatísticas oficiais para aproveitar o potencial de análise de grandes volumes de dados não estruturados (*Big Data*), disponíveis em razão dos recentes desenvolvimentos de tecnologias computacionais e de informação? No caso do Brasil, como internalizar de forma institucional o uso de registros administrativos para a produção de estatísticas oficiais? Este é um desafio colocado há alguns anos, já superado em inúmeros países, como naqueles da União Europeia. Embora muitas pesquisas não sejam substituíveis, o aprimoramento do uso de registros administrativos permitiria enriquecer o conjunto de indicadores que retratam a realidade da C&T&I brasileira.

Anexo
 QUADRO A.1 : RESUMO DOS MANUAIS DE REFERÊNCIA

TEMA		INSTITUIÇÃO/ MANUAL	REFERÊNCIA	LINK DE ACESSO
Repositórios dos padrões e manuais internacionais		Divisão de Estatísticas das Nações Unidas	<i>Global Inventory of Statistical Standards</i>	https://unstats.un.org/unsd/iiss/List-of-Statistical-Standards.ashx
		MCTIC	Manuais de Referência	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Manuais/Manuais.html
Dispêndios em C&T e P&D	Dispêndios em ACTC	Manual da Unesco	UNESCO. <i>Manual for statistics on scientific and technological activities</i> , ST.84/WS/12. Paris, 1984.	http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/manual-for-statistics-on-scientific-and-technological-activities-historical-1984-en.pdf
	Dispêndios em P&D	Manual de Frascati	OECD. <i>Frascati Manual - 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development</i> . Paris: OECD Publications Service, 2015.	https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2015_9789264239012-en;jsessionid=1ZaR-03ZZ7CCS1rG1hJpJJxG.ip-10-240-5-45
Recursos humanos		Manual de Canberra	OECD. <i>The Measurement of Scientific and Technological Activities: Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T - Canberra Manual</i> . Paris, OECD, 1995.	https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measurement-of-scientific-and-technological-activities_9789264065581-en#page1
Inovação		Manual de Oslo	OECD/Eurostat. <i>Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities</i> , OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018.	https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm
			OECD. <i>Oslo manual: the measurement of scientific and technological activities</i> . 3rd ed. Paris: OECD, 2005.	https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual_9789264013100-en
		Manual de Bogotá	JARAMILLO, H.; LUGONES, G.; SALAZAR, M. <i>Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Bogotá, Colombia, 2000. (Proyecto financiado por la Organización de Estados Americanos - OEA)</i> .	http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2019/09/bogota-1.pdf

Patentes	Manual de Estatísticas de Patente	OECD. <i>Patent statistics manual</i> . Paris: OECD, 2009.	https://www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentstatisticsmanual.htm
Balanço de pagamentos tecnológicos	Manual de BPT	OECD. <i>Proposed standard method of compiling and interpreting Technology Balance of Payments data TBP Manual - 1990</i> . Paris: OECD, 1990.	https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/proposed-standard-method-of-compiling-and-interpreting-technology-balance-of-payments-data_9789264065567-en
Indicadores de tecnologias de informação e comunicação (TIC).	<i>Manual for the production of statistics on the information economy</i>	Unctad. <i>Manual for the Production of Statistics on the Information Economy, Revised Edition</i> . New York: United Nations; Geneva, 174 p. 2009.	https://unctad.org/en/docs/sdteecb20072rev1_en.pdf
	Core List of Indicators	ITU. <i>Core List of ICT Indicators</i> . Geneva, 34 p. 2016.	https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/coreindicators/Core-List-of-Indicators_March2016.pdf
	Modelo da "Community Survey on ICT Usage and e-Commerce in Enterprises"	Portal de Estatísticas da Sociedade e Economia Digital do Eurostat	https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_enterprises&oldid=238955

QUADRO A.II: RESUMO DAS FONTES

INDICADORES		ORIGEM	FONTE	LINK DE ACESSO
Dispêndios em C&T e P&D	Dispêndios em C&T	Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/RecursosAplicados-CeT.html
	Dispêndios em P&D	Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/RecursosAplicados-CeT.html
		Internacional	Unesco	http://data.uis.unesco.org/
Recursos humanos		Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Recursos_Humanos/Recursos_Humanos.html
		Internacional	Unesco	http://data.uis.unesco.org/
			Eurostat	https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database
Inovação		Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/inovacao/inovacao.html
			IBGE	https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e
		Internacional	Eurostat	https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database
Patentes		Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Patentes/patentes.html
			INPI	http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas
		Internacional	OECD	https://www.oecd.org/sti/intellectual-property-statistics-and-analysis.htm
			Eurostat	https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database
Produção científica		Nacional	MCTIC	https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Producao_Cientifica/Producao_cientifica
Balanço de pagamentos tecnológicos Internacional		Nacional	INPI	http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas
			Banco Central	https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries
		Internacional	OECD	https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators_2304277x
Balança comercial		Nacional	Ministério da Economia	http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/
				http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicashttp://comexstat.mdic.gov.br/pt/home
		Internacional	OECD	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB
			ONU	https://comtrade.un.org/
TIC		Nacional	IBGE	https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101631
		Internacional	Unesco	http://data.uis.unesco.org/
			Eurostat	https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_enterprises&oldid=238955

Autores

Alessandro Maia Pinheiro

Economista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Economia pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Foi Visiting Scholar no Manchester Institute of Innovation Research (University of Manchester/UK). Coordenou no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a Pesquisa de Inovação (PINTEC) e a Pesquisa sobre Uso de TIC nas Empresas (TIC-Empresa). Atualmente, é Coordenador no IBGE das Pesquisas Econômicas Estruturais e Temáticas. Professor Colaborador do Instituto de Economia da UFRJ e da Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE/IBGE). Membro do Comitê de Estatísticas Empresariais da ONU. Atua nas áreas de indicadores de Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) e inovação em serviços. Coordenador do livro *Inovação em Serviços na Economia do Compartilhamento*, Saraiva, 2019.

Allan Claudius Queiroz Barbosa

Professor titular da UFMG. Professor residente do instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares (IEAT) da UFMG. Pós-doutorado pelo ISEG/Universidade de Lisboa e Estudos de Especialização em Competências pelo International Labour Organization (ILO), Itália. Doutor (USP) e mestre em Administração (UFMG) e graduado em Economia (PUC/MG). Professor afiliado da Universidade do Porto e pesquisador associado do Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. Investigador associado do SOCIUS/ISEG/Universidade de Lisboa. Coordenador do núcleo interdisciplinar sobre gestão em organizações (não) empresariais (Nig.one/UFMG) e do Observatório de Recursos Humanos em Saúde da FACE/UFMG. Membro do Comitê Coordenador da Rede de Pesquisa em Atenção Primária à Saúde (OPAS/MS/ABRASCO). Editor responsável da Revista *Gestão e Sociedade* e APS em Revista.

Ana Lúcia Tatsch

Doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pelo IE/UFRJ. Mestra e graduada em Ciências Econômicas pela UFRGS. Professora adjunta do Departamento de Economia e Relações Internacionais da UFRGS. Docente permanente no PPGE/UFRGS. Pesquisadora associada à RedeSist - IE/UFRJ. Membro da Rede Lalics e Globelics. Editora da Revista *Análise Econômica* da UFRGS. Membro

do Conselho Fiscal da Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN). Atua principalmente nas áreas de Economia Industrial e da Tecnologia.

Ana Paula Macedo de Avellar

Doutora em Economia Industrial e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora associada do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Pesquisadora do CNPq. Tem experiência na área de Economia Industrial e da Tecnologia, desenvolvendo pesquisas sobre os temas: Políticas de Inovação, Inovação e Produtividade, Avaliação de Impacto de Políticas de Inovação, Cooperação para Inovação.

Anderson Cavalcante

Bacharel em Ciências Econômicas pela UFMG (2002), mestre em Economia pelo (CEDEPLAR/UFMG) (2006) e doutor pelo Land Economy Department da Universidade de Cambridge, Reino Unido (2012). Professor adjunto da FACE/UFMG. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Teoria Regional, Monetária e Financeira atuando principalmente nos seguintes temas: economia regional, economia monetária, desenvolvimento econômico e sistema monetário e financeiro. Atualmente desenvolve pesquisa sobre os efeitos da polarização financeira regional sobre o crescimento e desenvolvimento econômico, sobre financeirização espacial, resiliência regional e sobre as dinâmicas financeira e bancária urbanas.

André Tortato Rauen

Economista formado pela UFSC, mestre e doutor em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp com estágio de pós-doutorado na Columbia University. Foi pesquisador no Inmetro, tecnologista e subsecretário no MCTI, bem como consultor ad hoc da UNIDO para políticas de inovação. Atualmente é diretor de estudos em estratégias de crescimento das firmas no IPEA, onde redigiu a atual regulamentação de encomendas tecnológicas dentro do novo marco legal de ciência e tecnologia. Possui mais de uma dezena de artigos indexados na área de políticas de inovação, compras públicas para a inovação e encomendas tecnológicas, também é revisor da Revista Brasileira de Inovação, Revista Gestão e Conexões, Revista Brasileira de Monitoramento e Avaliação e Revista Espaço Acadêmico. Organizou e publicou o primeiro livro sobre políticas de inovação pelo lado da demanda do Brasil, bem como o primeiro guia de boas práticas em encomendas tecnológicas. É membro da comissão de avaliação da EMPRAP II e professor do curso de especialização em gestão de políticas em ciência, tecnologia e inovação da ENAP.

Arlindo Villaschi Filho

Doutor em Economia pela Birkbeck College/University of London (1993). Foi pesquisador visitante junto ao ETLA/Finlândia (2001/2002), junto ao IIT-B/Índia (2004/2009) e professor pesquisador convidado da Leiden University, Cadeira Rui Barbosa, Holanda (2016 e 2017). Pesquisa e propõe políticas principalmente nas áreas de inovação localizada, sistemas locais de inovação, aprendizagem e conhecimento para a economia capixaba.

Aurélia Adriana Melo

Doutora em Administração (área de concentração: Gestão da Tecnologia e Produção/Gestão da Inovação Tecnológica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestra em Política Científica e Tecnológica - Universidade Estadual de Campinas (UNICMAP). Engenheira Mecânica (UNICAMP). Professora de cursos de graduação da Escola de Gestão e Negócios (EGN) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Atualmente atua nas áreas de empreendedorismo e inovação, gestão da inovação tecnológica e negócios de impacto socioambiental.

Celso Neris Junior

Bacharel em ciências econômicas e mestre em Economia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Doutor em Teoria Econômica pela Unicamp. Atualmente, é pesquisador de pós-doutorado no programa de pós-graduação em Economia da Unesp e professor do Departamento de Economia da mesma instituição. Lida com temas relacionados à metodologia da economia, teoria econômica, economia da inovação e organização industrial.

Daniel Paulino Teixeira Lopes

Bacharel, mestre e doutor em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor do eixo de Empreendedorismo e Estratégia do Curso de Bacharelado em Administração do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Professor do mestrado acadêmico no programa de pós-graduação em Administração (PPGA/CEFET-MG). Coordenador do grupo de pesquisa núcleo de inovação, competitividade e empreendedorismo do CNPq. Atuou como coordenador geral de transferência de tecnologia e gerente da nascente incubadora de empresas do CEFET-MG. Possui experiência em organizações públicas e privadas. Suas áreas de interesse são estratégia, inovação (tecnológica, gerencial e social), empreendedorismo e gestão de recursos humanos.

Ednilson Silva Felipe

Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). É professor de doutorado em Economia e do mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (UFES). É coordenador do Centro de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Espírito Santo (CEPEDES) e do Observatório do Desenvolvimento Capixaba (ODC). Dedicar-se à pesquisa sobre a inovação, mudança tecnológica e mudanças institucionais, bem como suas interfaces com o desenvolvimento regional e desenvolvimento sustentável.

Eduardo da Motta e Albuquerque

Autor do livro *Agenda Rosdolsky* (Editora UFMG, 2012). Possui doutorado em Economia pela UFRJ (1998), que inclui um período sanduíche no Science Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex, UK, entre novembro de 1996 e outubro de 1997. Mestre em Economia pela UFMG (1995) e graduado em Economia pelo Centro Universitário Newton Paiva (1992). Pesquisador visitante no King's College, London, entre setembro de 2014 e agosto de 2015. Atualmente é professor titular do Departamento de Ciências Econômicas e do CEDEPLAR da UFMG. Atua em duas linhas de pesquisa: 1) Economia política contemporânea; 2) Economia da ciência e da tecnologia.

Ester Carneiro do Couto Santos

Doutora em Economia pela UFMG (2014), mestra em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (IBGE) (2008) e graduada em Economia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, 2005). É pesquisadora e professora da Fundação João Pinheiro (FJP). Atua nas seguintes linhas de pesquisa: fluxos tecnológicos internacionais, mudança tecnológica, indicadores de ciência tecnologia e inovação (CT&I) e crescimento e desenvolvimento econômico.

Flávia Pereira Carvalho

Economista (UNICAMP), PhD em Innovation Studies & Development pelo UNU-MERIT, na Holanda. Coordenou o projeto Inovações Ambientais na Fundação Dom Cabral entre 2010 e 2013. É co-organizadora do livro *Inovações Ambientais*, editado pela Elsevier. Atualmente é pesquisadora senior na Innovare Pesquisa, professora convidada na Fundação Dom Cabral e pesquisadora associada no UNU-MERIT.

Gisele Spricigo

Doutora em Economia do Desenvolvimento (UFRGS). Mestra em Desenvolvimento Rural (UFRGS). Economista (UNISINOS). Coordenadora dos cursos de graduação em Ciências Econômica, Ciências Contábeis e Gestão Financeira. Professora dos cursos de graduação e pós-graduação da Escola de Gestão e Negócios (EGN) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Professora colaboradora do programa de pós-graduação em Economia (PPGE) da UNISINOS. Atua nas áreas de economia do desenvolvimento e da inovação.

Hugo Eduardo A. da Gama Cerqueira

Professor associado da UFMG. Graduiu-se em ciências econômicas pela UFMG (1984), e concluiu o mestrado (1999) e o doutorado (2005) em filosofia na mesma Universidade. Atualmente, é diretor da Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG. Foi editor da Revista Nova Economia (2006-2009), diretor do CEDEPLAR (2011-2014) e pró-reitor de Planejamento e Desenvolvimento da UFMG (2014-2018). Desenvolve pesquisas sobre temas de história do pensamento econômico, metodologia da economia e economia política.

Janaina Ruffoni

Professora titular do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Doutora em Política Científica e Tecnológica pelo DPCT/UNICAMP com período sanduíche na Università degli Studi del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro, Novara, Itália. Lidera o Grupo de Pesquisa em Dinâmica Econômica da Inovação (GDIN). Membro da ABEIN. Membro do Comitê Científico do Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (ENEI/ABEIN). Coordena e participa de projetos de pesquisa financiados por agências públicas. Atua principalmente nas áreas de Economia da Inovação e Industrial e Gestão da Inovação.

Jorge Nogueira de Paiva Britto

Professor associado do Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense (UFF), onde desempenhou as funções de chefe de departamento e de coordenador do programa de pós-graduação em Economia. Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Indústria, Energia, Território e Inovação (NIETI) da UFF. Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia no Instituto de Economia da UFRJ, com doutorado sanduíche no SPRU, Universidade de Sussex, UK. Atuação em atividade de pesquisa nas áreas de Economia Industrial, Economia da

Inovação e Economia Regional. Linhas de pesquisa recentes direcionadas para a realização de análises com foco em redes cooperativas, arranjos produtivos locais e sistemas regionais de inovação. Atuação em atividades de consultoria para órgãos como SEBRAE, SENAI, PETROBRAS, FINEP, BNDES, IBGE, BID e Banco Mundial nas áreas de Economia Industrial e da Tecnologia. Orientação de diversas teses de mestrado e doutorado.

José Eduardo Cassiolato

Professor e pesquisador do Instituto de Economia (IE/UFRJ). PhD em Desenvolvimento, Industrialização e Política Científica e Tecnológica, SPRU, University of Sussex, UK (1992); mestre em Economia do Desenvolvimento, University of Sussex, UK, (1977); Economista na USP (1972). Coordenador da REDESIST e de um projeto de pesquisa internacional sobre sistemas de inovação nos BRICS: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul; membro do conselho científico da rede mundial GLOBELICS (desde 2003). Tem se dedicado à pesquisa e ensino em economia da inovação, do desenvolvimento e política industrial e de CT&I.

Julia Paranhos

Professora associada da UFRJ e coordenadora do grupo de Economia da Inovação do Instituto de Economia da UFRJ. Membro da ABEIN. Diretora adjunta de graduação do IE/UFRJ entre agosto de 2015 e julho de 2017. Graduada em Ciências Econômicas pela UFRJ (2004), mestra em Economia Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2006) e doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pela UFRJ (2010) com período de doutorado sânduche no SPRU, Universidade de Sussex, UK (2009). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Inovação, atuando principalmente nos temas: gestão da inovação, política industrial e de inovação, relação universidade-empresa e propriedade industrial, em especial no setor farmacêutico.

Leandro Alves Silva

Doutor (2014), mestre (2003) e bacharel (1999) em Economia pela UFMG. Pesquisador do CEDEPLAR/UFMG. Tem experiência na área de Economia Industrial e da Inovação, atuando principalmente nos seguintes temas: teoria e atuação das empresas multinacionais, estatísticas e métodos quantitativos em economia da ciência, tecnologia e inovação, surveys de inovação, sistemas de inovação, desenvolvimento econômico, aplicação da teoria dos sistemas aos sistemas de inovação.

Lia Hasenclever

Professora aposentada do Instituto de Economia (IE) da UFRJ e pesquisadora associada ao Grupo de Economia da Inovação do IE/UFRJ. Professora do programa de pós-graduação em Planejamento Regional e Gestão de Cidades na Universidade Cândido Mendes - Campos. Doutorado em Engenharia de Produção no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção (1997), mestrado em Economia Industrial no Instituto de Economia (1988), graduação na Faculdade de Economia e Administração (1977), ambos na UFRJ. Membro da ABEIN. Expertise na área de Economia, com ênfase em: Organização Industrial, Estudos sobre indústria, Desenvolvimento local e Economia da saúde. Organização do livro Economia Industrial (com David Kupfer), referência na área, e autora de vários artigos em revistas científicas.

Marcelo Gerson Pessoa de Matos

Doutor e mestre em Economia pela UFF, Bacharel em Economia pela UFRJ. Professor adjunto do Instituto de Economia da UFRJ e Pesquisador da REDESIST (IE/UFRJ). Tem se dedicado à pesquisa em política de desenvolvimento industrial e tecnológico; economia da inovação, da informação e do conhecimento e arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais e desenvolvimento local/regional.

Márcia Siqueira Rapini

Economista pela UFMG. Mestre e doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pelo IE/UFRJ. Professora associada da FACE/UFMG e do CEDEPLAR/UFMG. Professora do mestrado profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual e do doutorado acadêmico em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica. Atua nas áreas de Economia Industrial e Economia da Ciência e da Tecnologia principalmente nos temas: interação universidade-empresa, financiamento da inovação e sistema nacional de inovação. Secretária da ABEIN.

Marina Szapiro

Professora do Instituto de Economia da UFRJ e pesquisadora da REDESIST (IE/UFRJ). É economista pela UFRJ (1996), tem mestrado (1999) e doutorado (2005) em Economia da Indústria e da Tecnologia pela UFRJ. Foi analista de projetos da Finep no período de 2008 a 2010. As principais áreas de pesquisa são: economia da inovação, tecnologias de informação e comunicação, políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e política industrial, sistema de inovação e arranjo produtivo local.

Pablo Felipe Bittencourt

Economista pela UFSC e doutor em Economia pela UFF. Professor do Departamento de Economia e de Relações Internacionais da UFSC e na pós-graduação é professor do programa de mestrado profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economia da Inovação, atuando principalmente nos seguintes temas: indústria brasileira e catarinense, sistemas nacionais de inovação, arranjos produtivos locais e relação universidade-empresa.

Paulo Bastos Tigre

Economista e mestre em Engenharia de Produção pela UFRJ. PhD em Política Científica e Tecnológica pelo SPRU, University of Sussex, UK. Professor titular do Instituto de Economia da UFRJ. Visiting scholar no Center for Latin American Studies da University of California (Berkeley), na Universidade de Paris XIII e no Centrim - University of Brighton (UK). Atua nas áreas de políticas e estratégias de inovação, economia de serviços e aspectos econômicos das TIC. Autor de *Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil*, Elsevier, 2019 (3. ed.). Coordenador do livro *Inovação em Serviços na Economia do Compartilhamento*, Saraiva, 2019.

Pedro Miranda

Economista, doutor em Economia pela Unicamp, com mestrado e graduação na UFRJ. É pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) desde 2004, onde realiza estudos com foco em política industrial e tecnológica. Sua agenda de trabalho engloba também temas associados à política comercial, como a análise da política tarifária e avaliações de impacto de acordos de livre comércio. Deu aulas na Faculdade de Economia da UFF, nas áreas de Microeconomia e Comércio Exterior.

Priscila Koeller

Doutora, mestra e graduada em Economia pela UFRJ e analista de planejamento e orçamento do Ministério da Economia. Atua desde o mestrado na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI). Após um período na Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos do então Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e na Secretaria Executiva do Ministério da Ciência e Tecnologia, passou a compor a equipe do IBGE, em 2010, quando assumiu a Coordenação de Metodo-

logia das Estatísticas de Empresas, Cadastros e Classificações (2013-2016). Desde 2016, integra a equipe da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura do IPEA, atuando na avaliação de políticas de CTI, sendo responsável também pelo acompanhamento e avaliação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n.9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura.

Renata Barcelos Moreira Santos

Engenheira Civil pela UFMG, mestra e doutora pelo CEPEAD/FACE/UFMG, professora associada da Fundação Dom Cabral e consultora de empresas de médio e grande portes nas áreas de estratégia, inovação e change management. Pesquisadora nas áreas de inovação, capacidades dinâmicas e pensamento sistêmico.

Renato Garcia

Economista (UNESP, 1991), mestre (UNICAMP, 1996) e doutor (UNICAMP, 2001) em Economia. Professor do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo de 2002 a 2014. Professor do Instituto de Economia da Unicamp (desde 2014). Editor adjunto da Revista Brasileira de Inovação (RBI). Principais temas de pesquisa são geografia da inovação, sistemas locais de produção e aglomerações de empresas, interações universidade-empresa, indústria brasileira, política industrial e metodologia de análise regional.

Ricardo Machado Ruiz

Professor da Faculdade de Ciências Econômicas e do CEDEPLAR, ambos na UFMG. Graduado em Economia pela UNICAMP (1988), mestre em Ciência Econômica pela UNICAMP (1994) e doutor em Economia pela The New School for Social Research (2003). Foi conselheiro do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) no período de 01/2010 a 02/2014 e vice-presidente e diretor de Prospecção de Negócios na Agência de Promoção de Investimentos de Minas Gerais (INDI - MG) no período de 05/2015 a 04/2019. Atua nas áreas de organização industrial, mudanças tecnológicas, políticas antitruste e de regulação e desenvolvimento regional.

Rogério Gomes

Graduado em Ciências Econômicas e em Ciências da Computação, mestrado em Matemática Aplicada e doutorado em Economia, todos pela Unicamp. Professor no curso de Bacharelado em Ciências Econômicas e do PPG-Economia da UNESP, coor-

denador do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN) e vice-presidente da ABEIN. Tem experiência, sobretudo, na área de Economia Industrial e da Inovação, atuando principalmente nos temas: organização industrial, novas tecnologias, relações intersetoriais (especialmente entre indústria e serviços) e políticas de CT&I.

Rosa Livia Montenegro

Economista pela UFRRJ (2005), mestra em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF, 2008) e doutora em Economia no CEDEPLAR/UFMG. Foi pesquisadora visitante no Dipartimento di Scienze Economiche (DSE) na Universidade de Bologna (Itália). Professora adjunta do Departamento de Economia da UFJF e professora permanente do programa de pós-graduação stricto sensu em Desenvolvimento, Planejamento e Território (PGDPLAT), na Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ). É pesquisadora do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES/UFJF) e membro da ABEIN.

Silvio Antônio Ferraz Cário

Professor do Departamento de Economia e Relações Internacionais da UFSC e dos programas de pós-graduação em Economia e Administração da mesma Universidade. Especialista em Desenvolvimento Socioeconômico, com foco em economia institucional e evolucionária.

Solange Gomes Leonel

Administradora com mestrado em Engenharia de Produção e doutorado em Economia pela UFMG. Pesquisadora visitante no Institute of Latin American Studies da University of Columbia, EUA, entre 2012/2013. Professora do UNIBH e da Fundação Dom Cabral. Seu foco de pesquisa é financiamento à inovação, especialmente o papel das empresas de venture capital no financiamento das empresas nascentes de base tecnológica.

Thiago Caliari

Doutor em Economia pela UFMG (2014). Atua como professor adjunto do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em cursos de graduação e pós-graduação. Possui experiência na área de Economia Industrial e Economia da Inovação, atuando principalmente com sistemas de inovação, modelagem baseada em agentes, interação universidade-empresa e estudos com recortes setoriais e regionais.

Tulio Chiarini

Analista em C&T no Instituto Nacional de Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (INT/MCTIC). Economista pela UFMG, mestre em economia pela UFRGS, mestre em administração da inovação pela Scuola Superiore Sant'Anna e doutor em teoria econômica pela UNICAMP. Foi pesquisador visitante no Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali do Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e da Fundação João Pinheiro. Atua no planejamento estratégico do INT e é pesquisador vinculado ao Grupo de Pesquisa em Economia da Ciência e da Tecnologia do CEDEPLAR/UFMG, realizando pesquisas nas seguintes áreas: economia da inovação, economia da ciência e da tecnologia, mudança tecnológica, transferência de tecnologia e desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

ABERNATHY, W. J.; UTTERBACK, J. M. Patterns of industrial innovation. **Technology Review**, v. 80, n. 7, p. 40-47, 1978.

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, and falling behind. **The Journal of Economic History**, v. 46, n. 2, p. 385-406, 1986.

ACEVEDO, G. L.; TAN, H. W. **Impact evaluation of SME programs in Latin America and Caribbean**. Washington, DC: World Bank Report, 2010.

ADEOTI, J. O.; ADEOTI, A. I. **Technological capability, innovation capacity and agroindustry development in Nigeria**. Ibadan, Nigeria: Nigerian Institute of Social and Economic Research (NISER)/ Department of Agricultural Economics, 2010.

AGARWAL, R.; GORT, M. The evolution of markets and entry, exit and survival of firms. **The Review of Economics and Statistics**, p. 489-498, 1996.

AGHION, P.; AKCIGIT, U.; HOWITT, P. What do we learn from schumpeterian growth theory? *In*: AGHION, P.; DURLAUF, S. (eds.). **Handbook of Economic Growth**. Amsterdam, Elsevier, v. 2, p. 515-563, 2014.

AGUIRRE, L. A.; AGUIRRE, A. A tutorial introduction to nonlinear dynamics in economics. **Nova Economia**, v. 7, n. 2, p. 9-47, 1997.

AHUJA, G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: a longitudinal study. **Administrative Science Quarterly**, v. 45, n. 3, p. 425-455, 2000.

AKERLOF, G. The market for "lemons": quality uncertainty and the market mechanism, **Quarterly Journal of Economics**, v. 84, n. 3, p. 488-500, 1970.

AKPAN, W.; MINKLEY, G.; THAKRAR, J. In search of a developmental university: community engagement in theory and practice. **South African Review of Sociology**, v. 43, n. 2, p. 1-4, 2012. <https://doi.org/10.1080/21528586.2012.694239>

ALBIN, P.; FOLEY, D. K. Decentralized, dispersed exchange without an auctioneer: a simulation study. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 18, p. 27-51, 1992.

ALBRITTON, R.; ITOH, M.; WESTRA, R. ZUEGE, A. (eds.). **Phases of capitalist development: booms, crises and globalization**. New York: Palgrave, 2001.

ALBUQUERQUE, E. M. **Sistemas de inovação, acumulação científica nacional e o aproveitamento de "janelas de oportunidade"**: notas sobre o caso brasileiro. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

ALBUQUERQUE, E. M. Estruturas financeiras, funcionalidade e sistemas nacionais de inovação. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 113-138, 1996.

ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre os determinantes tecnológicos do *catching up*: uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação na periferia. **Textos para Discussão Cedeplar-UFMG 104**, Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre os determinantes tecnológicos do *catching up*: uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação na periferia. II Encontro Nacional de Economia Política, São Paulo. **Anais... SBEP**, p. 217-239, 1997.

ALBUQUERQUE, E. M. Ideias fundadoras - apresentação: the national system of innovation. In: FREEMAN, C. Historical perspective. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 9-34, 2004.

ALBUQUERQUE, E. M. Nathan Rosenberg: historiador das revoluções tecnológicas e de suas interpretações econômicas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 16, p. 9-34, 2017.

ALBUQUERQUE, E. M. Capitalismo pós-www: uma discussão introdutória sobre uma nova fase na economia global. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 24, p. 131-154, 2019.

ALBUQUERQUE, E. M.; BRITTO, J. Estrutura e dinamismo de clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da RAIS. In: TIRONI, L. F. (org.). **Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

ALBUQUERQUE, E. M. *et al.* A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. **Revista Brasileira de Inovação**, p. 225-251, 2002.

ALBUQUERQUE, E. M.; FERREIRA, M. J. B.; FONSECA, M. G. D.; DALCOMUNI, S. M.; CHAVES, C. V. **Perspectivas do investimento em ciência**. Projeto PIB: perspectivas do investimento em ciência. Relatório de Pesquisa, 2009.

ALBUQUERQUE, E. M.; SUZIGAN, W.; KRUSS, G.; LEE, K. (org.). **Developing national systems of innovation**. Cheltenham/Ottawa: Edward Elgar Publishing, 2015.

ALDRICH, H. E. **Organizations and environments**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1979.

ALEE, V. Value network analysis and value conversion of tangible and intangible assets. **Journal of Intellectual Capital**, v. 9, n. 1, p. 5-24, 2008.

ALEXIEV, A. S.; VOLBERDA, H. W.; BOSCH, F. V. D. Interorganizational collaboration and firm innovativeness: unpacking the role of organizational environment. **Journal of Business Research**, v. 69, p. 974-984, 2016.

ALIBER, M.; KIRSTEN, M.; MAHARAJH, R.; NHLAPO-HLOPE, J.; NKOANE, O. Overcoming underdevelopment in South Africa's second economy. **Development Southern Africa**, v. 23, n. 1, p. 45-61, 2006.

ALLAN, R. Survey of agent based modelling and simulation tools. **Computational Science and Engineering Department**, Version 1.1, STFC Daresbury Laboratory, Daresbury, Warrington, WA, 2011. Disponível em: <http://www.grid.ac.uk/Complex/ABMS/>. Acesso em: 10 set. 2015.

ALLEN, P. M. Evolution, innovation and economics. In: DOSI, G. *et al.* **Technical change and eco-**

nomic theory. London: Pinter Publishers, 1988. p. 95-119.

ALMAHASNA, S. **Foreign Direct Investment (FDI) as a channel of technology diffusion**: the case of Saudi Arabia. Tese (Doctoral in Business Administration) - University of Newcastle and Grenoble Ecole de Management, French and United Kingdom, 2012.

ALMEIDA, S. **Dinâmica industrial e cumulatividade tecnológica**. Dissertação (Mestrado em Economia da Indústria e Tecnologia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

ALMEIDA, M. C.; TERRA, B.; ALENCAR, M. S. M. Proposição e validação de indicadores de universidade empreendedora. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 38-46, 2016.

ALMEIDA, P.; SONG, J.; GRANT, R. Are firms superior to alliances and markets? An empirical test of cross-border knowledge building. **Organization Science**, v. 13, n. 2, p. 147-161, mar./abr. 2002.

ALMUS, M.; CZARNITZKI, D. The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany. **ZEW Discussion Paper**, n. 1-10. Centre for European Economic Research, Mannheim, 2001.

ALNUAIMI, T.; OPSAHL, T.; GEORGE, G. Innovating in the periphery: the impact of local and foreign inventor mobility on the value of Indian patents. **Research Policy**, v. 41, n. 9, p. 1.534-1.543, 2012.

AMARAL FILHO, J. **Território e inovação: o arranjo produtivo Pingo d' Água, Quixeramobim, Ceará**. Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais-REDESIST, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, 2004.

AMBOS, B.; AMBOS, T. Outside the triad: an examination of international R&D investments within peripheral economies. In: BENITO, G.; NARULA, R. **Multinationals on the periphery**. New York: Palgrave Macmillan, 2007. Cap. 8, p. 188-205.

AMIN, A.; WILKINSON, F. Learning, proximity and industrial performance: an introduction. **Cambridge Journal of Economics**, v. 23, n. 2, p. 121-125, 1999.

AMINULLAH, E.; FIZZANTY, T.; KUSNANDAR, K.; WIJAYANT, R. Technology transfer through OFDI: the case of Indonesian natural resource-based MNEs. **Asian Journal of Technology Innovation**, v. 21, sup. 1, sp. issue, p. 104-118, out. 2013.

AMSDEN, A. **A ascensão do resto**: os desafios ao ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: Editora Unesp, 2004 [2001].

ANDREONI, A.; CHANG, H.-J. The political economy of industrial policy: structural interdependencies, policy alignment and conflict management. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 48, p. 136-150, 2019.

ANDREONI, A. Varieties of industrial policy. In: NOMAN, A.; STIGLITZ, J. **Efficiency, finance, and varieties of industrial policy**. New York: Columbia University Press, 2016. p. 245-305.

- ANGRIST, J.; PISCHKE, J. **Mostly harmless econometrics**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.
- ANSELIN, L.; VARGA, A.; ACS, Z. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. **Journal of Urban Economics**, v. 42, n. 3, p. 422-448, 1997.
- ANTOLIN-LOPEZ, R.; MARTINEZ-DEL-RIO, J.; CESPEDES-LORENTE, J. J.; PEREZ-VALLS, M. The choice of suitable cooperation partners for product innovation: differences between new ventures and established companies. **European Management Journal**, v. 33, p. 472-484, 2015.
- ANTON, J. J.; YAO, D. A. The sale of intellectual property: strategic disclosure, property rights, and incomplete contracts. **Review of Economics Studies**, v. 69, p. 513-531, 2002.
- ANTONELLI, C.; FRANZONI, C.; GEUNA, A. The organization, economics, and policy of scientific research: what we do know and what we don't know - an agenda for research. **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 1, p. 201-213, 2011.
- ARAÚJO, B. C.; PIANTO, D.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F. Impactos dos fundos setoriais nas empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. esp., p. 85-111, 2012.
- ARAÚJO, V. C.; GARCIA, R. Determinants and spatial dependence of innovation in Brazilian regions: evidence from a Spatial Tobit Model. **Nova Economia**, v. 29, n. 2, p. 375-400, ago. 2019.
- ARAÚJO, V. C.; GARCIA, R. Transbordamentos locais de conhecimento por meio de contatos informais: uma análise a partir do sistema local de indústrias TIC de Campinas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 12, n. 1, p. 105, 6 fev. 2013.
- ARBO, P.; BENNEWORTH, P. **Understanding the regional contribution of higher education institutions**: a literature review. Bruxelas: OECD Publishing, 2007. (Education Working Papers n. 9). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/161208155312>.
- ARCHIBUGI, D. Pavitt's taxonomy sixteen years on: a review article. **Economics Innovation and New Technology**, v. 10, n. 5, p. 415-425, 2001.
- ARCHIBUGI, D.; IAMMARINO, S. The globalization of technological innovation: definition and evidence. **Review of International Political Economy**, v. 9, n. 1, p. 98-122, 2002.
- ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. The globalization of technology: a new taxonomy. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, p. 121-140, dez. 1995.
- ARCHIBUGI, D.; PIANTA M. Measuring technological change through patents and innovation surveys. **Technovation**, v. 16, n. 9, p. 451-468, 1996.
- ARESTIS, P. **The post-keynesian approach to economics**. Aldershot, UK; Brookfield, US: Edward Elgar, 1992.
- ARMBRUSTER, H.; BIKFALVI, A.; KINKEL, S.; GUNTER, L. Organizational innovation: the challenge of measuring non-technical innovation in large-scale surveys. **Technovation**, v. 28, n. 10, p. 644-657, 2008. 10.1016/j.technovation.2008.03.003.

AROCENA, R.; GÖRANSSON, B.; SUTZ, J. K. Knowledge policies and universities in developing countries: inclusive development and the “developmental university”. **Technology in Society**, v. 41, p. 10-20, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2014.10.004>

AROCENA, R.; SUTZ, J. Learning divides, social capital and the roles of universities. Paper. *In: 1st GLOBELICS CONFERENCE, Anais*. Rio de Janeiro, 2003.

AROCENA, R.; SUTZ, J. Innovation systems and developing countries. **Druid Working Paper**, n. 2-05, 2005.

AROCENA, R.; SUTZ, J. Weak knowledge demand in the south: learning divides and innovation policies. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 8, p. 571-582, oct. 2010.

ARORA, A.; FOSFURI, A.; GAMBARDELLA, A. Specialized technology suppliers, international spillovers and investment: evidence from the chemical industry. **Journal of Development Economics**, v. 65, n. 1, p. 31-54, 2001.

ARRANZ, N.; ARROYABE, J. C. F. Technological cooperation: a new type of relations in the progress of national innovation systems. **The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal**, v. 14, n. 2, article 2, 2009.

ARRIGHI, G. **A ilusão do desenvolvimento**. Petrópolis: Vozes, 1997. Coleção Zero à Esquerda.

ARROIO, A.; SCERRI, M. (eds.). **BRICS national innovation systems: the promise of small and medium enterprise**. New Delhi: Routledge, 2013.

ARROW, K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. *In: GROVES, H. M. (org.). The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609-626.

ARROW, K. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, n. 29, p. 155-173, 1962.

ARRUDA, C.; CARVALHO, F. (eds.). **Inovações ambientais: políticas públicas, tecnologias e oportunidades de negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ARRUDA, C.; CARVALHO, F.; GOULART, G.; DUTRA, H. Cooperação e inovações ambientais: uma análise de empresas brasileiras a partir da Pintec. *In: ARRUDA, C.; CARVALHO, F. (eds.). Inovações ambientais: políticas públicas, tecnologias e oportunidades de negócios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 101-124.

ARTHUR, W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. **The Economic Journal**, v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989.

ARTHUR, W. B. Positive feedbacks in the economy. **Scientific American**, v. 262, n. 2, p. 92-99, 1990.

ARTHUR, W. B. Inductive reasoning and bounded rationality. **The American Economic Review**, v. 84, n. 2, p. 406-411, 1994.

ARTHUR, W. B. Increasing returns and the new world of business. **Harvard Business Review**, v. 4, p. 100-109, 1996.

ARTHUR, W. B.; HOLLAND, J.; LeBARON, B.; PALMER, R.; TAYLOR, P. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market. *In*: ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S. N.; LANE, D. A. (eds). **The economy as a complex system II**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997. p. 15-44.

ARUNDEL, A. Innovation survey indicators: what impact on innovation policy? **Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World – Responding to Policy Needs**, OECD. stat. 2007.

ARUNDEL, A.; GEUNA, A. Proximity and the use of public science by innovative european firms. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 13, n. 6, p. 559-580, 2004.

ARUTE, F. *et al.* Quantum supremacy using a programmable superconducting process. **Nature**, v. 574, p. 505-510, 2019.

ASHEIM, B. T.; BOSCHMA, R.; COOKE, P. Constructing regional advantage: platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. **Regional Studies**, v. 45, n. 7, p. 893-904, jul. 2011.

ASHEIN, B. T.; GERTLER, M. S. The geography of innovation: regional innovation systems. *In*: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2007. p. 291-317.

ASHEIM, B. T.; ISAKSEN, A.; NAUWELAERS, C.; TÖTDLING, F. **Regional innovation policy for smallmedium enterprises**, Cheltenham, UK; Lyme, US: Edward Elgar, 2003.

ASSADOURIAN, E.; PRUGH, T. **Estado do mundo 2013: a sustentabilidade ainda é possível?** World-watch Institute. Salvador, BA: Uma Ed, 2013.

ASTLEY, G. W. Toward an appreciation of collective strategy. **Academy of Management Review**, v. 9, p. 526-535, 1984.

ATHREYE, S. Trends in technology services trade: a cross-country analysis. **Globinn Project**, FP7, Deliverable D. 1.1.1, nov. 2009. Disponível em: <http://globinn.freeman-centre.ac.uk>.

ATKESON, A.; KEHOE, P. J. Modeling the transition to a new economy: lessons from two technological revolutions. **American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 64-88, 2007.

AUDRETSCH, D.; FELDMAN, M. R&D spillovers and the geography of innovation and production. **American Economic Review**, v. 86, n. 3, p. 630-640, 1996.

AUDRETSCH, D.; FELDMAN, M. Knowledge spillovers and the geography of innovation. **Handbook of Regional and Urban Economics**, v. 4, dec. 2002, p. 2.713-2739, 2004.

AUDRETSCH, D. B.; KEILBACH, M. Entrepreneurship capital and regional growth. **The Annals of Regional Science**, v. 39, n. 3, p. 457-469, set. 2005.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Australian innovation system report**. 2014. Disponível em: <http://www.industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Documents/Australian-Innovation-System/Australian-Innovation-System-Report-2014.pdf>.

AUTANT-BERNARD, C. *et al.* Social distance versus spatial distance in R&D cooperation: empirical

evidence from european collaboration choices in micro and nanotechnologies. **Papers in Regional Science**, v. 86, n. 3, p. 495-519, 2007.

AUTOR, D. H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 29, n. 3, p. 3-30, 2015.

AVELLAR, A. P. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. **Estudos Econômicos**, v. 39, n. 3, p. 629-649, 2009.

AVELLAR, A. P.; ALVES, P. Avaliação de impacto de programas de incentivos fiscais à inovação - um estudo sobre os efeitos do PDTI no Brasil. **Revista Economia**, v. 9, p. 143-164, 2008.

AVELLAR, A. P.; BOTELHO, M. R. A. Impact of innovation policies on small, medium and large Brazilian firms. **Applied Economics**, v. 1, p. 1-17, 2018.

AXELROD, R. **The evolution of cooperation**. New York: Basic Books, 1984. ISBN 978-0-465-02122-2

AXELROD, R. **The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1997.

BAIN, J. S. **Barriers to new competition**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1956.

BALACHANDRA, R.; FRIAR, J. H. Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework? **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 44, n. 3, p. 276-287, 1997.

BALLAND, P.-A. *et al.* Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification. **Regional Studies**, v. 53, n. 9, p. 1.252-1.268, 2 set. 2019.

BALLAND, P.-A.; BOSCHMA, R.; FRENKEN, K. Proximity and innovation: from statics to dynamics. **Regional Studies**, v. 49, n. 6, p. 907-920, 3 jun. 2015.

BALLAND, P.-A.; RIGBY, D. The geography of complex knowledge. **Economic Geography**, v. 93, n. 1, p. 1-23, 28 jan. 2017.

BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators 2004**. Washington, DC: World Bank, 2020.

BANCO MUNDIAL. **Dados sobre os indicadores de ciência e tecnologia 2013**. Disponível em: <http://data.worldbank.org>. Acesso em: 16 jul. 2014.

BANSAL, P.; ROTH, K. Why companies go green: a model of ecological responsiveness. **Academy of Management Journal**, v. 43, n. 4, p. 717-736, 2000.

BARCELOS, R. **A dinâmica das capacidades em empresas brasileiras: um estudo no período de 2015 a 2017**. (Tese de doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2018.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

BARNEY, J. B. Is the resource-based “view” a useful perspective for strategic management research?

- Yes. **Academy of Management Review**, v. 26, p. 41-56, 2001.
- BARRAS, R. Towards a theory of innovation in services. **Research Policy**, v. 15, n. 4, p. 161-173, 1986.
- BARRINGER, B. R.; HARRISON, J. S. Walking a tightrope: creating value through interorganizational relationships. **Journal of Management**, v. 26, n. 3, p. 367-403, 2000.
- BASKARAN, A.; MUCHIE, M. The making of system of innovations centred on regional economic poles to stimulate economic development: a comparative exploration. *In*: 3rd GLOBELICS CONFERENCE, **Anais**. Tshwane, South Africa, 2005.
- BASS, F. M. A new product growth model for consumer durables. **Management Science**, v. 15, n. 5, p. 215-227, 1969.
- BASTOS, P. P. Z. *et al.* A economia política do novo-desenvolvimentismo e do social-desenvolvimentismo. **Economia e Sociedade**, 2012.
- BATHELT, H.; MALMBERG, A.; MASKELL, P. Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. **Progress in human geography**, v. 28, n. 1, p. 31-56, 2004.
- BAUMOL, W. J.; BENHABIB, J. Chaos: significance, mechanism, and economic applications. **Journal of economic perspectives**, v. 3, n. 1, p. 77-105, 1989.
- BBC. **Quatro números-chave do acordo EUA-China para reduzir emissões**. 2014. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/11/141112_acordo_eua_china_lk.
- BEAUDRY, C.; SCHIFFAUEROVA, A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 318-337, 2009.
- BECATTINI, G. The Marshallian industrial district as a socioeconomic notion. *In*: PYKE, F.; BECATTINI, G.; SENGENBERGER, W. (eds.). **Industrial districts and inter-firm co-operation in Italy**. Geneva: ILO - International Institute for Labor Studies, 1990. p. 37-51.
- BECATTINI, G.; BELLANDI, M.; DE PROPIS, L. **A handbook of industrial districts**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2009.
- BECHEIKH, N.; LANDRY, R.; AMARA, N. Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: a systematic review of the literature from 1993-2003. **Technovation**, v. 26, p. 644-664, 2006.
- BEIJE, P. R.; GROENEWEGEN, J. A network analysis of markets. **Journal of Economic Issues**, v. 26, n. 1, p. 87-114, mar. 1992.
- BEIJE, P. R. **The economic arena for management of innovation networks**. Mimeo, 1991.
- BELDERBOS, R.; DUYSTERS, G.; SABIDUSI A. R&D collaboration and innovative performance. *In*: ANDERSSON, M.; JOHANSSON, B.; KARLSSON, C.; LÖÖF, H. (eds.). **Innovation and growth: from R&D strategies of innovating firms to economy - wide technological change**. New York: Oxford University Press, 2012. p. 160-181.

BELDERBOS, R.; CARREE, M; LOKSHIN, B. Cooperative R&D and firm performance. **Research Policy**, v. 33, n. 10, p. 1.477-1.492, 2004.

BELDERBOS, R.; ITO, B.; WAKASUGI, R. Intra-firm technology transfer and R&D in foreign affiliates: substitutes or complements? Evidence from Japanese multinational firms. **Journal of Japanese and International Economies**, v. 22, p. 310-319, set. 2008.

BELIN, J.; JENS, H.; OLTRA, V. Determinants and specificities of eco-innovations: an econometric analysis for France and Germany based on the Community Innovation Survey. DIME - Dynamics of Institutions and Markets in Europe. **Working Paper**, n. 10, 2011.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. In: CANTWELL, J.; AMANN, E. (eds.). **Innovative firms in emerging market countries**. Oxford: Oxford University Press, 2012. p. 24-109.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I. U. (ed.). **Trade, technology and international competitiveness**. Washington, DC: The World Bank, 1995. p. 69-101.

BELUSSI, F. Policies for the development of knowledge-intensive local production systems. **Cambridge Journal of Economics**, v. 23, p. 729-747, 1999.

BELUSSI, F.; DE PROPRIIS, L. They are industrial districts, but not as we know them! **Handbook of industry studies and economic geography**, p. 479, 2013.

BELUSSI, F.; HERVÁS-OLIVER, J. L. **Unfolding cluster evolution**. London: Routledge, 2016.

BELUSSI, F.; SEDITA, S. R. Life cycle vs. multiple path dependency in industrial districts. **European Planning Studies**, 2009.

BENAVENTE, J. M.; CRESPI, G.; GARONE, L. F.; MAFFIOLI, A. The impact of national research funds: a regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. **Research Policy**, v. 41, p. 1.461-1.475, 2012.

BENSAID, D. **Marx, o intempestivo**: grandezas e misérias de uma aventura crítica. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999 [1997].

BERGEK, A.; BERGGREN, C. The impact of environmental policy instruments on innovation: a review of energy and automotive industry studies. **Ecological Economics**, v. 106, p. 112-123, 2014.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S.; RICKNE, A. Analyzing the functional dynamics of technologic innovation systems: a scheme of analysis. **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 407-429, 2008.

BERGER, T.; FREY, C. B. Industrial renewal in the 21st century: evidence from US cities. **Regional Studies**, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2015.1100288>

BERKHOUT, F. Technological regimes, environmental performance and innovation systems: tracing the links. In: WEBER, M.; HEMMELSKAMP, J. (eds.). **Towards environmental innovation systems**.

Springer-Verlag Berlin: Heidelberg, 2005. p. 57-80.

BERLE, A. A.; MEANS, G. C. **A moderna sociedade anônima e a propriedade privada**. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

BERNARDES, A.; ALBUQUERQUE, E. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. **Research Policy**, v. 32, p. 865-885, 2003.

BERNAUER, T.; ENGELS, S.; KAMMERER, D.; SEIJAS, J. Explaining green innovation. CIS - Center of Comparative and International Studies, ETH Zurich, University of Zurich, **Working Paper**, n. 17, 2006.

BERUBÉ, J.; MOHNEN, P. Are firms that receive R&D subsidies more innovative? **Canadian Journal of Economics**, v. 42, n. 1, feb. 2009.

BETTS, S. C.; STOUDE, M. D. The network perspective in organization studies: network organizations or network analysis? **Academy of Strategic Management Journal**, v. 3, p. 1-21, 2004.

BIANCHI, A. M. A economia e sua crise de identidade. **Literatura econômica**, v. 6, n. 4, p. 577-593, 1984.

BIANCHI, A. M. **A pré-história da economia**: de Maquiavel a Adam Smith. São Paulo: Hucitec, 1988.

BIDAULT, F. Apprentissage et reseaux, economies et societés. **Série Dynamique technologique et organization**, W. 1, n. 5, p. 79-101, 1993.

BIELSCHOWSKY, R. (org.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

BIELSCHOWSKY, R. Estratégia de desenvolvimento e as três frentes de expansão no Brasil: um desenho conceitual. **Economia e sociedade**, v. 21, n. 4, p. 729-747, 2012.

BIJKER, W. E. **Of bicycles, bakelites, and bulbs**: toward a theory of sociotechnical change. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995.

BIJKER, W. E.; HUGHES, T.; PINCH, T. **The social construction of technological systems**: new directions in the sociology and history of technology. Cambridge, MA: The MIT Press, 1993.

BINGHAM, C. B.; EISENHARDT, K. M.; FURR, N. R. What makes a process a capability? Heuristics, strategy and effective capture of opportunities. **Strategic Entrepreneurship Journal**, v. 1, n. 1, p. 27-47, 2007. Disponível em: <http://discovery.ucl.ac.uk/1333395>.

BIRCHENHALL, C. R.; KASTRINOS, N.; METCALFE, S. Genetic algorithms in evolutionary modeling. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 7, n. 4, p. 375-393, 1997.

BIRKINSHAW, J.; HAMEL, G.; MOL, M. J. Management innovation. **Academy of management review**, v. 33, n. 4, p. 825-845, 2008. Disponível em: <http://amr.aom.org/content/33/4/825.short>. doi:10.5465/AMR.2008.34421969

BITARD, P.; EDQUIST, C.; HOMMEN, L.; RICKNE, A. Reconsidering the paradox of high R&D input and low innovation: Sweden. **Small country innovation systems**: globalization, change and policy in

- Asia and Europe. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2008. Cap. 7, p. 237-280.
- BLACK, B.; GILSON, R. Venture capital and the structure of capital markets banks vs stock markets. **Journal of Financial Economics**, v. 47, p. 243-277, 1998.
- BLOIS, K. Transaction costs and networks. **Strategic Management Journal**, v. 11, p. 493-496, 1990.
- BLUNDELL, R.; DIAS, M. C. Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics. **Working paper**, CWP 26/08. The Institute for Fiscal Studies, Centre for Microdata methods and practice, 2008.
- BOGLIACINO, F.; PIANTA, M. Innovation and employment: a reinvestigation using revised pavitt classes. **Research Policy**, v. 39, n. 6, p. 799-809, 2010.
- BOGLIACINO, F.; PIANTA, M. The Pavitt taxonomy, revisited: patterns of innovation in manufacturing and services. **Economia Politica: Journal of Analytical and Institutional Economics**, v. 22, n. 2, p. 153-180, 2016.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G. Network analysis of 2-mode data. **Social Networks**, v. 19, p. 243-269, 1997.
- BORGATTI, S. P.; FREEMAN, L. C. **Ucinet 6 for Windows**: software for social network analysis. Cambridge: Analytic Technologies, 2002.
- BORGATTI, S. P.; HALGIN, D. S. On network theory. **Organization Science**, v. 22, n. 5, p. 1.168-1.181, 2011.
- BORGATTI, S. P.; MEHRA, A.; BRASS, D.; LABIANCA, G. Network analysis in the social sciences. **Science**, v. 323, n. 5.916, p. 892-895, 2009.
- BORGES, J. L. Sobre o rigor na ciência. In: BORGES, J. L. **História universal da infância**. Lisboa: Assírio e Alvim, 1982.
- BORRÁS, S.; EDQUIST, C. Institutions and regulations in innovation systems: effects, problems and innovation policy design. **CIRCLE Working Paper**, n. 2014/29. Lund University, Sweden: Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy, Alternate Preview, 2014.
- BOSCHMA, R. Proximity and innovation: a critical assessment. **Regional Studies**, v. 39, n. 1, p. 61-74, 2005.
- BOSCHMA, R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience. **Regional Studies**, v. 49, n. 5, p. 733-751, 2015.
- BOSCHMA, R. A concise history of the knowledge base literature: challenging questions for future research. In: ISAKSEN, A.; MARTIN, R.; TRIPPL, M. (eds.) **New avenues for regional innovation systems**: theoretical advances, empirical cases and policy lessons. Cham, CH: Springer, 2018. p. 23-40.
- BOSCHMA, R.; FORNAHL, D. Cluster evolution and a roadmap for future research. **Regional Studies**, v. 45, n. 10, p. 1.295-1.298, 2011.

BOSCHMA, R.; FRENKEN, K. Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. **Journal of Economic Geography**, v. 6, n. 3, p. 273-302, 2006.

BOSCHMA, R.; FRENKEN, K. The spatial evolution of innovation networks: an evolutionary perspective. In: BOSCHMA, R.; MARTIN, R. (eds.). **The handbook of evolutionary economic geography**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2010. p. 120-139.

BOSCHMA, R.; HEIMERIKS, G.; BALLAND, P.-A. Scientific knowledge dynamics and relatedness in biotech cities. **Research Policy**, v. 43, n. 1, p. 107-114, 2014.

BOSCHMA, R.; IAMMARINO, S. Related variety, trade linkages, and regional growth in Italy. **Economic Geography**, v. 85, n. 3, p. 289-311, 2009.

BOSCHMA, R.; MARTIN, R. **The handbook of evolutionary economic geography**. London: Edward Elgar, 2010.

BOSCHMA, R.; MINONDO, A.; NAVARRO, M. The emergence of new industries at the regional level in Spain: a proximity approach based on product relatedness. **Economic Geography**, v. 89, n. 1, p. 29-51, 2013.

BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, R. (org.). **Pierre Bourdieu: sociologia**. São Paulo: Ática, 1983. Coleção Grande Cientistas Sociais.

BOYLAN, T. A.; O'GORMAN, P. F. **Beyond rhetoric and realism in economics: toward a reformulation of economic methodology**. London: Routledge, 1995.

BRAMWELL, A.; WOLFE, D. A. Universities and regional economic development: the entrepreneurial University of Waterloo. **Research Policy**, v. 37, p. 1.175-1187, 2008.

BRANSTETTER, L.; FISMAN, R.; FOLEY, F. Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical Evidence from U.S. Firm-Level Data. **Quarterly Journal of Economics**, v. 12, n. 1, p. 321-349, 2006.

BRANSTETTER, L. G.; SAKAKIBARA, M. When do research consortia work well and why? Evidence from Japanese Panel Data. **American Economic Review**, v. 92, n. 1, p. 143-159, 2002.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Política de Monitoramento e Avaliação do MCTI**. Comissão Permanente de Monitoramento e Avaliação. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Indicadores**. Várias tabelas. 2019. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html. Acesso em: 19 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Informações sobre a Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal**. 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/convencao-de-viena-e-protocolo-de-montreal>.

BRASS, D. J.; GALASKIEWICZ, J.; GREVE, H. R.; TSAI, W. Taking stock of networks and organizations: a multilevel perspective. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 6, p. 797-817, 2004.

BRAUDEL, F. **Civilização material, economia e capitalismo - séculos XV-XVIII**: v. 3 - O tempo do mundo. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

BRESCHI, S.; LISSONI, F. Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, n. 4, p. 975-1005, 2001.

BRESCHI, S.; LISSONI, F. Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. **Journal of Economic Geography**, v. 9, n. 4, p. 439-468, 2009.

BRESCHI, S.; LISSONI, F.; TEMGOUA, C. N. Migration and innovation: a survey of recent studies. In: SHEARMUR, R.; CARRINCAZEUX, C.; DOLOREUX, D. (eds.). **Handbook on the geographies of innovation**. London: Edward Elgar Publishing, 2016.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. The geography of innovation and economic clustering: some introductory notes. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, n. 4, p. 817, 2001.

BRESNAHAN, T. General purpose technologies. In: HALL, B.; ROSENBERG, N. (eds.). **Handbook of the economics of innovation**. v. II. Amsterdam: North Holland, 2010. p. 761-791.

BRESNAHAN, T.; TRAJTENBERG, M. General purpose technologies: engines of growth? **Journal of Econometrics**, v. 65, n. 1, p. 83-108, 1995.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; NASSIF, A.; FEIJÓ, C. A reconstrução da indústria brasileira: a conexão entre o regime macroeconômico e a política industrial. **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 3 (144), p. 493-513, 2016.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; OREIRO, J. L.; MARCONI, N. **Developmental macroeconomics: new developmentalism as a growth strategy**. London: Routledge, 2014.

BRITTO, J.; ALBUQUERQUE, E. M. Clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da RAIS. **Estudos Econômicos**, v. 32, n. 1, p. 71-102, 2002.

BRITO, J.; DEL-VECCHIO, R. Patterns of university-industry interactions in Brazil: an explanatory analysis using the instrumental of graph theory. **Quality & Quantity**, v. 48, n. 4, p. 1.867-1.892, 2014.

BRITTO, J. N. P.; STALLIVIERI, F. Innovation policy in Brazil at a crossroads: institutional hysteresis and the need of coordination. In: THE 9TH GLOBELICS INTERNATIONAL CONFERENCE, Globelics Buenos Aires 2011, Buenos Aires, Argentina, nov. 15-17.

BRITTO, J. N. P.; STALLIVIERI, F.; CAMPOS, R. R.; VARGAS, M. Padrões de aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas no Brasil: uma análise multivariada exploratória. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA ANPEC, **Anais**. Salvador, Recife, 2007.

BRODY, D. E.; BRODY, A. R. **As sete maiores descobertas científicas da história e seus autores**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

BROEKEL, T. The Co-evolution of proximities: a network level study. **Regional Studies**, v. 49, n. 6, p. 921-935, 2015.

BROEKEL, T.; BOSCHMA, R. Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox. **Journal of Economic Geography**, v. 12, n. 2, p. 409-433, 2011.

BRONZINI, R.; IACHINI, E. Are incentives for R&D effective? Evidence from a regression discontinuity approach. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 6, n. 4, p. 100-134, 2014.

BROWN, J. S.; DUGUID, P. Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation. **Organization Science**, 1991.

BRULAND, K.; MOWERY, D. C. Innovation through time. In: FARGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. (ed.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005.

BRUNDENIUS, C.; LUNDVALL, B.-Å.; SUTZ, J. Developmental university systems: empirical, analytical and normative perspectives. In: 4th GLOBELICS CONFERENCE, **Anais**. Mexico City, sep. 22-24, 2008.

BRUNDENIUS, C.; LUNDVALL, B.-Å.; SUTZ, J. The role of universities in innovation systems in developing countries: developmental university systems - empirical, analytical and normative perspectives. Cap. 11. In: LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K.; CHAMINADE, C.; VAN, J. **Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting**. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2009.

BRUSCO, S. The Emilian model: productive decentralisation and social integration. **Cambridge journal of economics**, v. 6, n. 2, p. 167-184, 1982.

BRYNJOLFSON, E.; McAFEE, A. **The second machine age: work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies**. New York: W. W. Norton & Company, Inc, 2014.

BUCKLEY, P. J.; CASSON, M. **The future of the multinational enterprise**. London: Macmillan, 1976.

BUNGE, M. **La ciencia su metodo y su filosofia**. Buenos Aires: Siglo Veinte, 1972.

BURCHARTH, A. L. L. A. What drives the formation of technological cooperation between university and industry in less-developed innovation systems? Evidence from Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 10, n. 1, p. 101-128, jan./jun. 2011.

BUREAU ECONOMIC ANALYSIS (BEA). **US Department of Commerce**. Selected Data of Majority-Owned U.S. Affiliates by Country of Ultimate Beneficial Owner, 2017. Disponível em: <https://www.bea.gov>

BURLAMAQUI, L.; PROENÇA, A. Inovação, recursos e comprometimento: em direção à uma teoria estratégica da firma. **Revista Brasileira de Inovação**, n. 3, p. 70-110, 2003.

BUSH, V. **Science, the endless frontier: a report to the president by Vannevar Bush, director of the office of Scientific Research and Development, July 1945**. Washington, DC: Government Printing Office, 1945.

BUSOM, I. An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. **Burch Center Working Paper Series**, n. B99-05. University of California, Berkeley, may 1999.

CALDWELL, B. Economic methodology: rationale, foundations and prospects. In: MÁKI, U.; GUSTAFSSON, B.; KNUDSEN, C. (eds.). **Rationality, institutions and economic methodology**. London: Routledge, 1993. p. 45-46.

CALDWELL, B. **Beyond positivism**. London: Routledge, 1994 [1982].

CALIARI, T.; RAPINI, M. S. Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil: um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**, v. 27, n. 1, p. 271-302, 2017.

CALIARI, T.; RUIZ, R. M.; VALENTE, M. Apropriabilidade tecnológica e preferências da demanda: o caso da indústria farmacêutica. **Economia e Sociedade (UNICAMP)**, v. 27, p. 161-198, 2018.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **IZA Discussion Paper**, n. 1.588, 2005.

CAMAGNI, R. (ed.). **Innovation networks: spatial perspectives**. London; New York, Belhaven Press, 1991.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics Using Stata**. Stata Press Publication, United States, 2009.

CAMISÓN, C.; VILLAR-LÓPEZ, A. Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 1, p. 2.891-2.902, 2014. doi:10.1016/j.jbusres.2012.06.004

CAMMARANO, A.; CAPUTO, M.; LAMBERTI, E.; MICHELINO, F. R&D collaboration strategies for innovation: An empirical study through social network analysis. **International Journal of Innovation and Technology Management**, 2016. doi: 10.1142/S0219877017400016

CANADIAN DEPARTMENT OF FINANCE. The federal system of income tax incentives for scientific research and experimental development. **Evaluation Report**, Ottawa, Department of Finance, 1997.

CANO, W.; SILVA, A. L. G. **Política industrial do governo Lula**. Texto para discussão. IE/Unicamp, n. 181, jul. 2010.

CANTWELL, J. **Technological innovation and multinational corporation**. Oxford: Blackwell, 1989.

CANTWELL, J. A Survey of theories of international production. In: PITELIS, C. N.; SUGDEN, R. (eds.). **The nature of the transnational firm**. 2. ed. New York: Routledge, 2000. p. 10-56.

CANTWELL, J. Historical evolution of technological diversification. **Research Policy**, v. 33, n. 3, p. 511-529, 2004.

CANTWELL, J. Location and the multinational enterprise. **Journal of International Business Studies**, v. 40, n. 1, p. 35-41, 2009.

CANTWELL, J.; DUNNING, J. Multinationals, technology and the competitiveness of European Industries. In: CANTWELL, J. (ed.). **Transnational corporations and innovatory activities**. New York:

Routledge, 1994. Cap. 15, p. 408-425. (United Nations Library on Transnational Corporation, v. 17).

CANTWELL, J.; EDRIS, S. **Evolution of the location of innovation in the international pharmaceutical industry**. Druid Society, 2018.

CANTWELL, J.; IAMMARINO, S. **Multinational corporations and european regional systems of innovation**. London; New York: Routledge, 2003.

CANTWELL, J.; JANNE, O. Technological globalization and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy. **Research Policy**, v. 28, n. 2-3, p. 119-144, mar. 1999.

CANTWELL, J.; MARRA, M.; EDRIS, S.; ATHREYE, S. The evolution of the international knowledge networks of innovative MNEs in the pharmaceutical industry. Druid Conference, jun. 20, Copenhagen, Denmark 2019.

CANTWELL, J.; MUDAMBI, R. MNE competence-creating subsidiary mandates. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 12, p. 1.109-1.128, dez. 2005.

CANTWELL, J.; NARULA, R. Revisiting the eclectic paradigm: new developments and current issues. *In*: CANTWELL, J.; NARULA, R. (eds.). **International business and the eclectic paradigm: developing the OLI framework**. New York: Routledge, 2003. p. 1-20.

CAPALDO, A.; PETRUZZELLI, A. M. Partner geographic and organizational proximity and the innovative performance of knowledge-creating alliances. **European Management Review**, v. 11, n. 1, p. 63-84, 2014.

CAPELLO, R.; CARAGLIU, A. Proximities and the intensity of scientific relations. **International Regional Science Review**, v. 41, n. 1, p. 7-44, 5 jan. 2018.

CAPELLO, R.; LENZI, C. Regional innovation patterns from an evolutionary perspective. **Regional Studies**, v. 52, n. 2, p. 159-171, 2018.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1998 [1996].

CARLSSON, B. **Technological systems and economic performance: the case of factory automation**. v. 5. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 1995.

CARLSSON, B. **Technological systems and industrial dynamics**. n. 10. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 1997.

CARLSSON, B. Internationalization of innovation systems: a survey of the literature. **Research Policy**, v. 35, n. 1, p. 56-67, 2006.

CARLSSON, B.; JACOBSSON, S.; HOLMÉN, M.; RICKNE, A. Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 233-245, 2002.

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, p. 93-118, 1991.

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. In: CARLSSON, B. (ed.). **Technological systems and economic performance: the case of factory automation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 21-56.

CARNEY, M.; GEDAJLOVIC, E. East asian financial systems and the transition from investment-driven to innovation-driven economic development. **International Journal of Innovation Management**, v. 4, n. 3, p. 253-276, 2000.

CARVALHO, F. **Mr. Keynes and the post-keynesians: principles of macroeconomics for a monetary production economy**, Aldershot, UK; Brookfield, US: Edward Elgar, 1992.

CARVALHO, F. Financial innovation and the post-keynesian approach to the “process of capital formation”. **Journal of Post-Keynesian Economics**, v. 19, n. 3, p. 461-487, 1997.

CARVALHO, F. On Keynes’s concept of the revolving fund of finance, In: ARESTIS, P.; DESAI, M.; DOW, S. (eds.). **Money, macroeconomics and Keynes: essays in honour of victoria chick**. v. 1. London: Routledge, 2002.

CASSI, L.; PLUNKET, A. Proximity, network formation and inventive performance: in search of the proximity paradox. **The Annals of Regional Science**, p. 395-422, 2014.

CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D, cooperation in R&D and external technology acquisition. **Management Science**, v. 52, n. 1, p. 68-82, 2006.

CASSIOLATO, J. E. The role of user-producer relations in innovation and diffusion of new technologies: lessons from Brazil. **Tese (Doutorado)** - University of Sussex, Inglaterra, 1992. (mimeo)

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (eds.). **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul**. Brasília: IBICT/IEL, 1999.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Local systems of innovation in the Mercosur facing the challenge of the 1990s. **Industry and Innovation**, v. 7, n. 1, p. 34-51, 2000.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Arranjos e sistemas produtivos locais na indústria brasileira. **Revista de economia contemporânea**, v. 5, n. esp., 2001.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. O enfoque em sistemas produtivos e inovação locais. In: FISCHER, T. (org.). **Gestão do desenvolvimento e poderes locais: marcos teóricos e avaliação**. Bahia: Casa da Qualidade, 2002.

CASSIOLATO J. E.; LASTRES, H. M. M. Innovation systems and local productive arrangements: new strategies to promote the generation, acquisition and diffusion of knowledge. **Innovation: Management, Policy and Practice**, v. 7, p. 172-187, 2005a.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar., 2005b.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES H. Discussing innovation and development: converging points between the Latin American school and the innovation systems perspective? **Globelics Working Paper Series**, n. 08-02, 2008.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Systems of innovation and development: evidence from Brazil**. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2003.

CASSIOLATO, J. E.; MATOS, M. P.; LASTRES, H. M. M. Innovation systems and development: the use of the is framework along the first ten years of the globelics conference *et al. In: 10th GLOBELICS CONFERENCE, Anais*. Hangzhou, China, 2012.

CASSIOLATO, J. E.; PODCAMENI, M. G. V.; SOARES, M. C. C. **Sustentabilidade socioambiental em um contexto de crise**. Rio de Janeiro: E-paper, 2015.

CASSIOLATO, J. E.; SOARES, M. C. C. **Health innovation systems, equity and development**. Rio de Janeiro: E-papers, 2015.

CASSIOLATO, J. E.; ZUCOLOTO, G.; MILAGRES, R.; STALLIVIERI, F. Transnational corporations and the brazilian national system of innovation. *In: CASSIOLATO, J. E.; ZUCOLOTO, G. (eds.). Transnational corporations and local innovation*. London: Routledge, 2013.

CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. **Research Policy**, v. 37, n. 6-7, p. 978-994, 2008.

CASTELLACCI, F.; NATERA, J. M. Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: development paths in Latin America 1970-2010. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 37, p. 27-42, 2016.

CAVES, R. E.; PORTER, M. E. From entry barriers to mobility barriers: conjectural decisions and contrived deterrence to new competition. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 91, n. 2, p. 241-262, 1977.

CEPAL; NACIONES UNIDAS. **Cambio estructural para la igualdad: una visión integrada del desarrollo**. San Salvador, 27 a 31 ago. 2012.

CERULLI, G. Modelling and measuring the effect of public subsidies on business R&D: a critical review of the econometric literature. **The Economic Record**, v. 86, n. 274, p. 421-449, 2010.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAMINADE, C.; GOMEZ, L. Technology-driven foreign direct investment within the global south. *In: DUTTA S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. (eds.). Global Innovation Index 2016. Winning with Innovation*, p. 81-89, 2016.

CHAMINADE, C.; LUNDEVALL, B.-Å.; HANEEF, S. **Advanced introduction to national innovation systems**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2018.

CHANDLER JR., A. D. **The visible hand**: the managerial revolution in american business. Cambridge; London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1977.

CHANDLER JR., A. D. **Strategy and structure**: chapters in the history of the industrial enterprise. Cambridge, MA: MIT Press, 1962.

CHANDLER JR., A. D. The grow of the transnational industrial firm in the United States and the United Kingdom: a comparative analysis. **Economic History Review**, v. 33, n. 3, p. 396-410, ago. 1980.

CHANDLER JR., A. D. **Scale and scope**: the dynamic of industrial capitalism. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University, 1990.

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

CHANDLER JR., A. D. What is a firm? A historical perspective. **European Economic Review**, v. 36, n. 2-3, p. 483-492, 1992b.

CHANDLER JR., A. D. The computer industry: the first half century. In: YOUFFIE, D. B. **Competition in the age of digital convergence**. Boston: Harvard Business School, 1997. p. 37-122.

CHANDLER JR., A. D. **Inventing the electronic century**: the epic story of the consumer electronics and computer industries. New York: The Free Press, 2001.

CHANDLER JR., A. D.; AMATORI, F.; HIKINO, T. (eds.). **Big business and the wealth of nations**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1997.

CHANDLER JR., A. D.; DAEMS, H. **Managerial hierarchies**. Cambridge, MA: Harvard Studies in Business History, 1980.

CHANG, H-J. The political economy of industrial policy in Korea. **Cambridge Journal of Economics**, v. 17, n. 2, p. 131-157, 1993.

CHANG, H-J. State, institutions and structural change. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 5, n. 2, p. 293-313, 1994.

CHANG, H-J.; ANDREONI, A. Industrial policy in a changing world: basic principles, neglected issues and new challenges. **Cambridge Journal of Economics**, v. 40, 2016.

CHANG, H-J.; CHEEMA, A.; MISES, L. Conditions for successful technology policy in developing countries: learning rents, state structures, and institutions. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 11, n. 4-5, p. 369-398, 2002.

CHANG, Y. C. Systems of innovation, spatial knowledge links and the firm's innovation performance: towards a national-global complementarity view. **Regional Studies**, v. 43, n. 9, p. 199-1.224, 2009.

CHEN, E. Introduction: transnational corporations and technology transfer to developing countries. In: CHEN, E. (ed.). **Technology transfer to developing countries**. London; New York: Routledge, 1994. (United Library on Transnational Corporations, v, 18).

CHESBROUGH, H. **Open innovation**: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business Scholl Publishing, 2006.

CHESBROUGH, H.; BOGERS, M. Explicating open innovation: clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. **New Frontiers in Open Innovation**, Oxford University Press, Oxford, 2014.

CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

CHESNAIS, F. National systems of innovation, foreign direct investment and operations of multinational enterprises. *In*: LUNDVALL, B.-Å. (ed.). **National systems of innovation**: toward a theory of innovation and interactive learning. New York: Anthem Press, 2010. p. 259-292.

CHIPMAN, J. Induced technical change and patterns of international trade. *In*: VERNON, R. (ed.). **The technology factor in international trade**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1970.

CHRISTENSEN, J. L. The role of finance in national system of innovation. *In*: LUNDVALL, B.-Å. **National systems of innovation**. London: Pinter Publishers, 1992.

CHRISTENSEN, J. L.; GREGERSEN, B.; JOHNSON, B.; LUNDVALL, B.-Å.; TOMLINSON, M. An NSI in transition? Denmark. *In*: EDQUIST, C.; LEIF, H. (eds.). **Small country innovation systems**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2008. p. 403-441.

CIMOLI, M.; DOSI, G. Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 5, p. 243-268, 1995.

CLARCK, B. R. Creating entrepreneurial universities: organizational pathways of transformation. **Issues in Higher Education**. New York: Pergamon Press, 1998.

CLARK, N.; JUMA, C. Evolutionary theories in economic thought. *In*: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 197-218.

CLARK, W.; CRUTZEN, P.; SCHELLNHUBER, H. Science for global sustainability: toward a new paradigm. **CID Working Paper**, n. 120. Science, Environment and Development Group, Center for International Development Cambridge: Harvard University, 2005.

COASE, R. H. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, p. 386-405, 1937. doi:10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x

COHEN, M. Ecological modernization and its discontents: the american environmental movement's resistance to an innovation-driven future. **Futures**, v. 38, n. 5, p. 528-547, 2006.

COHEN, M. Risk society and ecological modernisation: alternative visions for post-industrial nations. **Futures**, v. 29, n. 2, p. 105-119, 1997.

COHEN, W.; LEVIN, R. C. Empirical studies of innovation and market structure. *In*: SEHMALENSEE, R.; WILLIG, R. D. (eds.). **Handbook of industrial organization**. v. II. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989. p. 1.059-1.107.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128, 1990.

COHEN, W. M.; NELSON, R. R.; WALSH, J. P. Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 1-23, 2002.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. **Economic Journal**, v. 99, p. 569-596, 1989.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Fortune favors the prepared firm. **Management Science**, v. 40, n. 2, p. 227-251, 1994.

COLLINS, H. **Changing order**: replication and induction in scientific practice. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

COLLINS, H.; PINCH, T. **The golem at large**: what you should know about technology. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

COLLINS, S.; WANG, R. The evolution of innovation capability in multinational enterprise subsidiaries: dual network embeddedness and the divergence of subsidiary specialisation in Taiwan. **Research Policy**, v. 41, p. 1.501-1.518, 2012.

COLLIS, D. J. Research note: how valuable are organizational capabilities? **Strategic Management Journal**, v. 15, n. 1.994, p. 143-152, 1994.

COLOMBO, M. G.; LAURSEN, K.; MAGNUSSON, M.; ROSSI-LAMASTRA, C. Organizing inter and intra-firm networks: what is the impact on innovation performance? **Industry and innovation**, v. 18, n. 6, p. 531-538, 2011.

COMISSÃO EUROPEIA. **Informações sobre o Acordo de Paris**. 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en#tab-0-0. Acesso em: 28 jun. 2019.

CONCEIÇÃO, O. A. C. A centralidade do conceito de inovação tecnológica no processo de mudança estrutural. **Ensaio FEE**, v. 21, n. 2, p. 58-76, 2000.

CONNER, K. A historical comparison of resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: do we have a new theory of the firm? **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 121-154, 1991.

CONTENT, J.; FRENKEN, K. Related variety and economic development: a literature review. **European Planning Studies**, v. 24, n. 12, p. 2.097-2.112, 24 dez. 2016.

COOKE, P. Introduction: origins of the concept. **Regional innovation systems**, v. 1998, 1998.

COOKE, P. Towards DUI regional innovation systems. 2016. Disponível em: http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/399/1679-COOKE_2013_TOWARDS_DUI_REGI.PDF?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: abr. 2020.

COOKE, P. Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, n. 4, p. 945-974, 2001.

COOKE, P.; ASHEIM, B. T.; BOSCHMA, R.; MARTIN, R.; SCHWARTZ, D.; T_DTLING, F. (eds.). **Handbook of regional innovation and growth**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2011.

COOKE, P.; MORGAN, K. **The associational economy: firms, regions, and innovation**. Oxford [England]; New York: Oxford University Press, 1998.

COOKE, P.; PORTER, N. **Regional-national eco-innovation interactions**. OECD Environmental Working Paper. Paris: OECD, 2009.

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

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. **Environment and Planning**, v. 30, p. 1.563-1.584, 1998.

COOMBS, R.; RICHARDS, A.; SAVIOTTI, P. P.; WALSH, V. (eds.). **Technological collaboration: the dynamics of cooperation in industrial innovation**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1996.

CORAZZA, R. I.; FRACALANZA, P. S. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. **Nova Economia**, v. 14, n. 2, 2009.

CORFEE-MORLOT, J.; GUAY, B.; LARSEN, K. M. Financing climate change mitigation: towards a framework for measurement, reporting and verification. **Climate Change Expert Group**. Paper n. 6, OECD/IEA, oct. 2009.

CORIAT, B. **Ciencia, técnica y capital**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1976.

CORIAT, B.; DOSI, G. The institutional embeddedness of economic change: an appraisal of the “evolutionary” and “regulationist” research programmes. In: NIELSEN, K.; JOHNSON, B. **Institutions and economic change**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1998.

CORRADO, C.; HULTEN, C. How to measure a technological revolution. **American Economic Review**, v. 100, n. 2, p. 99-104, 2010.

COSH, A.; ZHANG J. J. **Open innovation choices: what is british enterprise doing?** UK Innovation Research Centre, Imperial College and University of Cambridge, 2011.

COSTA, A. B. Teoria econômica e política de inovação. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 20, n. 2, 2016.

COSTA, F. L.; CASTANHAR, J. C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, n. 37, p. 969-992, set.-out. 2003.

COSTA, A. B.; RUFFONI, J.; PUFFAL, D. Proximidade geográfica e interação universidade-empresa no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 37, p. 213-237, 2011.

COSTA, I.; QUEIROZ, S. R. R. Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian

industry. **Research Policy**, v. 31, p. 1.431-1.443, dez. 2002.

COSTAS, R. Discussões gerais sobre as características mais relevantes de infraestruturas de pesquisa para a cientometria. In: MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; KOBASHI, N. Y. (orgs.). **Bibliometria e cientometria no Brasil: infraestrutura para avaliação da pesquisa científica na era do Big Data**. São Paulo: ECA/USP, 2017.

COUTINHO, L. G. Marcos e desafios de uma política industrial contemporânea. **Desenvolvimento em debate**, v. 2, n. 191, 2002.

COUTINHO, L. Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: uma política industrial alternativa para o século XXI. In: LASTRES, H. M.; CASSIOLATO, J. E. (orgs.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.

COWAN, R.; JONARD, N.; ZIMMERMANN, J.B. Networks as emergent structures from bilateral collaboration. **Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology Infonomics Research Memorandum series**, n. 17, Maastricht, Holanda, ago. 2004.

CRESCENZI, R.; GAGLIARDI, L. Moving people with ideas innovation , inter-regional mobility and firm heterogeneity by innovation , inter-regional mobility and firm heterogeneity. **Working Paper**, 2015.

CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. The territorial dynamics of innovation: a Europe-United States comparative analysis. **Journal of Economic Geography**, v. 7, n. 6, p. 673-709, 2007.

CRESPI, G.; MAFFIOLI, A.; MOHNEN, P.; VÁZQUEZ, G. **Evaluating the impact of science, technology and innovation programs: a methodological toolkit**. Impact-Evaluation Guidelines. Technical Notes, N.IDB-TN-333, 2011.

CREVOISIER, O.; CAMAGNI, R. (eds.) **Les milieux urbains: innovation, systèmes de production et ancrage**. Neuchâtel: EDES, 2001.

CRISTOFOLETTI, E. C.; SERAFIM, M. P. A relação universidade-empresa sob diferentes abordagens: da universidade empreendedora ao capitalismo acadêmico. **Educação**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 73-82, jan.-abr. 2017.

CROCCO, M. **Uncertainty, technical change and effective demand**. (PhD Dissertation) - University of London, London, 1999.

CROSSAN, M.M.; APAYDIN, M. A multi-dimensional framework of organizational innovation: a systematic review of the literature. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 6, p. 1.154-1.191, 2010.

CRUZ, C. H. B. Ciência: a fronteira sem fim, uma apresentação. **Revista Brasileira de Inovação**. Campinas, SP, v. 13, n. 2, p. 241-280, jul./dez. 2014. Ideias Fundadoras.

CZARNITZK, D.; FIER, A. Do innovation subsidies crowd out private investment: evidence from the German service sector. **Applied Economics Quarterly**, v. 48, n. 1, p. 1-25, 2002.

CZARNITZKI, D.; HOTTENROTT, H.; THORWARTH, S. Industrial research versus development in-

vestment: the implications of financial *constraints*. **Cambridge Journal of Economics**, v. 35, n. 3, p. 527-544, 2011.

D'ESTE, P.; IAMMARINO, S. The spatial profile of university-business research partnerships. **Papers in Regional Science**, v. 89, n. 2, p. 335-350, 2010.

DABIC, M.; CVIJANOVIC, V. Keynesian, post-keynesian versus Schumpeterian, neo-schumpeterian: an integrated approach to the innovation theory. **Management Decision**, v. 49, n. 2, p. 195-207, 2011.

DACHS, B.; KAMPIK, F.; SCHERNGELL, T.; ZAHRADNIK, G.; HANZL-WEISS, D.; HUNYA, G.; FOSTER, N.; LEITNER, S.; STEHRER, R.; URBAN, W. Internationalisation of business investments in R&D and analysis of their economic impact. **Directorate General for Research and Innovation**, European Commission. EUR 25195 EM, 2012.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e “o argumento da hélice tripla”. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p. 267-307, jul./dez. 2003.

DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.

DAHL, M. S.; PEDERSEN, C. Ø. R. Knowledge flows through informal contacts in industrial clusters: myth or reality? **Research Policy**, v. 33, n. 10, p. 1.673-1.686, 2004.

DAHLMAN, C.; ROSS-LARSON, B.; WESTPHAL, L. Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. **World Development**, v. 15, n. 6, p. 759-775, 1987.

DAMANPOUR, F. Footnotes to research on management innovation. **Organization Studies**, v. 35, n. 9, p. 1.265-1.285, 2014. doi:10.1177/0170840614539312

DAMANPOUR, F.; EVAN, W. M. Organizational innovation and performance: the problem of “organizational lag”. **Administrative Science Quarterly**, v. 29, n. 3, p. 392-409, 1984. doi:10.2307/2393031

DANTAS, A.; KERTSNETZKY, J.; PROCHNIK, V. Empresa, indústria e mercados. KUPFER, D.; HASENCLEVER, L.; (Org.). *Economia Industrial - Fundamentos Teóricos e Práticos no Brasil*. 2ª. edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2013.

DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Information disclosure and the economics of science and technology. **Discussion Paper**, n. 73. London: Centre for Economic Policy Research (CEPR), 1985.

DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Toward a new economics of science. **Research Policy**, v. 23, p. 487-521, 1994.

DASGUPTA, P.; MASKIN, E. The simple economics of research portfolios. **The Economic Journal**, v. 97, p. 581-595, 1987.

DAVID, P. A. **A contributions to the theory of diffusion**. Stanford: Stanford University Press, 1969.

DAVID, P. A. The political economy of public science: a contribution to the regulation of science and technology. In: SMITH, H. L. (orgs.). **The regulation of science and technology**. London: Macmillan Publishers, 1998. cap. 2, p. 33-57.

DAVID, P. A. The republic of open science. The institution's historical origins and prospects for continued vitality. **SIEPR Discussion Paper**, n. 130037. Stanford: Stanford Institute for Economic Policy Research (SIEPR), Stanford University, 2014. <https://www100.bb.com.br/assets/images/move.png>

DAVID, P. A.; FORAY, D. An introduction to the economy of the knowledge society. **MERIT - In-fonomics Research Memorandum**, series 2001-041, dec. 2001. Disponível em: <http://www.merit.unimaas.nl>.

DAVID, P. A.; HALL, B. H.; TOOLE, A. A. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. **Research Policy**, n. 29, p. 497-529, 2000.

DAVIDSON, P. **John Maynard Keynes**. Hampshire: Palgrave MacMillan, 2007.

DAVIES, S. **The diffusion of process innovations**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

DAVIS, J. P. The group dynamics of interorganizational relationships. Collaborating with multiple partners in innovation ecosystems. **Administrative Science Quarterly**, v. 61, n. 4, p. 621-661, 2016.

DAY, R. H.; CHEN, P. **Nonlinear dynamics and evolutionary economics**. Oxford: Oxford U. P., 1993.

DE FUENTES, C.; DUTRÉNIT, G. Geographic proximity and university-industry interaction: the case of Mexico. **The Journal of Technology Transfer**, v. 41, n. 2, p. 329-348, 15 abr. 2016.

DE JONG; VELD, C. An empirical analysis of incremental capital structure decisions under managerial entrenchment. **Journal of Banking and Finance**, n. 25, p. 1.857-1895, 2001.

DE NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington, DC: Wilson Center, 2018.

DE NEGRI, F.; RAUEN, A. T. Innovation policies in Brazil during the 2000s: the need for new paths. **Discussion Paper**, n. 235, 2018.

DE NEGRI, J. A.; DE NEGRI, F.; LEMOS, M. B. O impacto do programa ADTEN sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. (orgs.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

DECHEZLEPRÉTRE, A.; GLACHANT, M.; HAŠČIĆ, I.; JOHNSTONE, N.; MÉNIÈRE, Y. Invention and transfer of climate change-mitigation technologies: a global analysis. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 5, n. 1, 2011.

DEIACO, E.; HUGHES, A.; McKELVEY, M. Universities as strategic actors in the knowledge economy. **Cambridge Journal of Economics**, v. 36, p. 525-541, 2012.

DEHEJA, R. H.; WAHBA, S. Propensity score matching methods for non-experimental causal studies. National Bureau of Economic Research. **Working Paper Series**, n. 6.829, 1998.

DELBEKE, J. Recent long-wave theories: a critical survey. **Futures**, v. 13, n. 4, p. 246-257, 1981.

DEMIREL, P.; KESIDOU, E. Stimulating different types of eco-innovation in the UK: government policies and firm motivations. **Ecological Economics**, v. 70, n. 8, p. 1.546-1.557, 2011.

DEQUECH, D. Institutions: a concept for a theory of conformity and innovation. *In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. Anais da ANPEC*. Natal, RN, 2005.

DIAMOND, A. M. Science as a rational enterprise. **Theory and Decision**, v. 24, p. 147-167, 1988.

DIAMOND, A. M. The economics of science. **The International Journal of Knowledge Transfer and Utilization**, v. 9, n. 2 & 3, p. 6-49, 1996.

DINIZ, C. C. O papel das inovações e das instituições no desenvolvimento local. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 29. **Anais da ANPEC**. Salvador, BA, ANPEC, 2001a.

DINIZ, C. C. Globalização, escalas territoriais e política tecnológica regionalizada no Brasil. **Texto para Discussão do Cedeplar**, n. 168, nov. 2001b.

DINIZ, C. C. *et al.* **Expansão asiática, corrida científica e tecnológica mundial, desindustrialização no Brasil**. Belo Horizonte: Cedeplar; Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

DIRETORIA DE PATENTES / INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (DIRPA/ INPI). **Manual para o depositante de patentes**. 2015. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

DJEFLAT, A. Les systèmes nationaux d'innovation: entre globalisation et territorialisation. *In: RAUTENBERG, M. (ed.). Dynamiques locales et mondialisation. Revue CLES, l'Harmattan*, p. 131-153, 2003.

DJELLAL, F.; GALLOUJ, F. Services and the search for relevant innovation indicators: a review of national and international surveys. **Science and Public Policy**, v. 26, n. 4, p. 218-232, 1999.

DODGSON, M. **Technological collaboration in industry: strategy, policy and internationalization in innovation**. London; New York: Routledge, 1993.

DODGSON, M. *et al.* Systems thinking, market failure, and the development of innovation policy: the case of Australia. **Research Policy**, v. 40, n. 9, p. 1.145-1.156, 2011.

DOLOREUX, D. What we should know about regional systems of innovation? **Technology in Society: An International Journal**, v. 24, p. 243-263, 2002.

DOLOREUX, D.; PARTO, S. Regional innovation systems: current discourse and unresolved issues. **Technology in Society**, v. 27, p.133-153, 2005.

DOMAR, E. Capital expansion, rate of growth, and employment. **Econometrica**, v. 14, n. 2, p. 137-147, 1946.
DOOLEY, L.; KENNY, B.; CRONIN, M. Interorganizational innovation across geographic and cognitive boundaries: does firm size matter? **R&D Management**, v. 46, n. S1, p. 227-243, 2015.
DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. The determinants and directions of technical change and the transformation of the economy. *In: FREEMAN, C. (ed.). Long waves in the*

- world economy**. London: Frances Pinter (Publishers), 1983. p. 78-101.
- DOSI, G. The nature of innovative process. *In*: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988. p. 221-238.
- DOSI, G. Finance, innovation and industrial change. **Journal of Economic Behaviour and Organization**, v. 13, p. 229-319, 1990.
- DOSI, G. Substantive and procedural uncertainty: an exploration of economic behavior in changing environments. **Economics**, Springer-Verlag, 1991.
- DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1.120-1.171, 1998.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp, 2006 [1984].
- DOSI, G.; EGIDI, M. Substantive and Procedural Uncertainty, **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, p. 145-168, 1991.
- DOSI, G. *et al.* (eds.) **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 496-527.
- DOSI, G.; MALERBA, F.; MARSILI, O.; ORSENINGO, L. Industrial structures and dynamics: evidence, interpretations and puzzles. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n. 1, p. 3-24, 1997.
- DOSI, G.; NELSON, R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. *In*: HALL, B.; ROSENBERG, N. (eds.). **Handbook of the economics of innovation**. v. I. Amsterdam: North Holland, 2010. p. 51-127.
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. **The economics of technical change and international trade**. New York: New York University Press, 1990.
- DOZ, Y. L. The evolution of cooperation in strategic alliances: initial conditions or learning processes? **Strategic Management Journal** (1986-1998), v. 17, spec. issue, p. 55-83, 1996.
- DRNEVICH, P. L.; KRIAUCIUNAS, A. P. Clarifying the conditions and limits of the contributions of ordinary and dynamic capabilities to relative firm performance. **Strategic Management Journal**, v. 32, p. 254-279, 2011.
- DUGUET, E. Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? Evidence from France using propensity score methods for non-experimental data. **Revue d'Economie Politique**, v. 114, n. 2, p. 263-292, 2004.
- DUNING, J.; LUNDAN, S. **Multinational enterprise and the global economy**. 2. ed. Wokingham; Northampton: Edward Elgar, 2008.
- DUNNING, J. H. Market power of the firm and international transfer of technology: a historical excursion. **International Journal of Industrial Organization**, v. 1, p. 333-351, dez. 1983.

DUNNING, J. H. The theory of international production. **The International Trade Journal**, v. 3, n. 1, p. 21-66, 1988.

DUNNING, J. H. Reappraising the eclectic paradigm in an age of alliance capitalism. **Journal of International Business Studies**, v. 26, n. 3, p. 461-491, 1995.

DUNNING, J. H. The geographical sources of competitiveness of firms: some results of a new survey. **Transnational Corporations**, v. 5, n. 3, p. 1-21, 1996.

DUNNING, J. H.; ARCHER, H. The eclectic paradigm and the growth of UK multinational enterprise 1870-1983. **Business and Economic History**, v. 16, p. 19-49, 1987.

DUNNING, J. H.; LUNDAN, S. M. **Multinational enterprises and the global economy**. Northampton: Edward Elgar, 2008.

DUNNING, J. H.; NARULA, R. Developing countries versus multinational enterprises in a globalizing world: the dangers of falling behind. **Forum for Development Studies**, n. 2, p. 5-29, 1999.

DUNNING, J. H.; NARULA, R. **Multinationals and industrial competitiveness**. Cheltenham, UK; Massachusetts: Edward Elgar, 2004.

DUNNING, J. H.; PEARCE, R. **The world's largest industrial enterprises: 1962-1983**. Farnborough: Gower, 1985.

DUNNING, J. H.; RUGMAN, A. M. The influence of Hymer's dissertation on the theory of foreign direct investment. **The American Economic Review**, v. 75, n. 2, p. 228-232, 1985.

DUTRÉNIT, G. *et al.* Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 145, p. 396-412, 2019.

DUTRÉNIT, G.; SUTZ, J. (ed.). **National innovation systems, social inclusion and development: the latin american experience**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2014.

DUYSTERS, G.; HAGEDOORN, J. A colaboração tecnológica internacional: suas consequências para as economias de industrialização recente. In: KIM, L.; NELSON, R. (eds.) **Tecnologia aprendido e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora Unicamp, 2005 [2000].

DYER, J. H.; SINGH, H. The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of Management Review**, v. 23, n. 4, p. 660-679, 1998.

EDLER, J. Review of policy measures to stimulate private demand for innovation. Concepts and effects. **Compendium of evidence on the effectiveness of innovation policy intervention**, n. 13/13, p. 44, 2013.

EDLER, J.; CUNNINGHAM, P.; GÖK, A.; SHAPIRA, P. Impacts of innovation policy: synthesis and conclusion. **Compendium of evidence on the effectiveness of innovation policy intervention**, n. 13/21, 2013.

EDQUIST, C. Systems of innovation: perspectives and challenges, *In: FAGERBERG, J; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (eds.). The Oxford handbook of innovation.* Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 181-208.

EDQUIST, C. Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures). **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 6, p. 1-29, 2011.

EDQUIST, C.; CHAMINADE, C. Industrial policy from a systems-of-innovation perspective. **European Investment Bank Papers**, v. 11, n. 1, p. 108-133, 2006.

EDQUIST, C.; HOMMEN, L. (eds.). **Small country innovation systems: globalisation, change and policy in Asia and Europe.** Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2009 [2008].

EDQUIST, C.; JOHNSON, B. Institutions and organizations in system of innovation. *In: EDQUIST, C. System of Innovation: technologies, institutions and organizations.* London: Printer, 1997. cap 2, p. 41-63.

EDQUIST, C.; LUNDEVALL, B.-Å. Comparing the Danish and Swedish systems of innovation. **National innovation systems: a comparative analysis**, p. 265-298, 1993.

EDQUIST, C.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy. **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1.757-1.769, 2012.

EDWARDS-SCHACHTER, M.; ANLLÓ, G.; CASTRO-MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-BARRIOLUENGO, M. FERNÁNDEZ DE LUCIO, I. Motives for inter-firm cooperation on R&D and innovation: empirical evidence from Argentine and Spain, **INGENIO (CSIC-UPV), Working Paper Series**, n. 2012/04, 2012.

EISENHARDT, K.M.; MARTIN, J.A. Dynamic capabilities: what are they? **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 10-11, p. 1.105-1.121, 2000. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3094429>

ELOLA, A. *et al.* Public policies and cluster life cycles: insights from the Basque Country experience. **European Planning Studies**, v. 25, n. 3, p. 539-556, 4 mar. 2017.

ENGELS, A. Understanding how China is championing climate change mitigation. **Palgrave Communications**, v. 4, n. 101, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41599-018-0150-4>. pdf. Acesso em: 29 jun. 2019.

EPSTEIN, J. M.; AXTELL, R. **Growing artificial societies: social science from the bottom up.** Brookings Institution Press and The MIT Press, 1996.

ERBER, F. S. **Technological development and state intervention.** Tese (Doutorado) - University of Sussex, Harmondsworth, England, 1977.

ERBER, F. S. Technological dependence and learning revisited. **Textos para Discussão**, n. 34, Rio de Janeiro, UFRJ/IEI, 1983.

ERBER, F. S. O sistema de inovações em uma economia monetária: uma agenda de pesquisas. CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. L. **Globalização & inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul.** IbiCT: Brasília, 1999.

ERBER, F. S. As convenções de desenvolvimento no governo Lula: um ensaio de economia política. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 31, n. 1, p. 31-55, 2011.

ERNST, D. Global production networks and the changing geography of innovations systems: implications for developing countries. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 11, n. 6, p. 497-523, 2002.

ERNST, D. Innovation offshoring Asia's emerging role in global innovation networks. **East-West Center Special Reports**, n. 10, jul. 2006.

ETZKOWITZ, H. **Hélice triplíce - universidade-indústria-governo: inovação em ação**. Porto Alegre: Editora da PUCRS, 2009.

ETZKOWITZ, H. Anatomy of the entrepreneurial university. **Social Science Information**, v. 52, n. 3, p. 486-511, 2013.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H; RANGA, M. Triple helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the knowledge society. **Industry & Higher Education**, v. 27, n. 3, p. 237-262, 2013.

ETZKOWITZ, H; WEBSTER, A.; GEBHARDT, C.; TERRA, B. The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. **Research Policy**, v. 29, p. 313-330, 2000.

EUROPEAN COMMISSION (EU). **System of national accounts 2008**. United Nations: New York, 2009. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

EUROPEAN COMMISSION (EU). **The community innovation survey 2014**. Methodological recommendations. Bruxelas, 2014. 30 p. Disponível em: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>. Acesso em: set. 2019.

EVANGELISTA, R. Sectoral patterns of technological change in services. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 9, n. 3, p. 183-222, 2000.

EVANGELISTA, R.; PERANI, G.; RAPITI, F.; ARCHIBUGIA, D. Nature and impact of innovation in manufacturing industry: some evidence from the Italian innovation survey. **Research Policy**, n. 26, p. 521-536, 1997.

EVENSKY, J. Ethics and the invisible hand. **Journal of Economic Perspectives**, v. 1, n. 2, p. 197-205, 1993.

FAEMS, D.; LOOY, B. V.; DEBACKERE, K. The role of interorganizational collaboration within innovation strategies: towards a portfolio approach. **Journal of Product Innovation Management**, v. 22, p. 238-251, 2005.

FAGERBERG, J. Innovation policy, national innovation systems and economic performance: in search of a useful theoretical framework. **Working Papers on Innovation Studies**, v. 20150321. Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, 2015.

FAGERBERG, J.; FOSAASA, M.; SAPPRASERTA, K. Innovation: exploring the knowledge base. **Research Policy**, v. 41, p. 1.132-1.153, 2012.

FAGERBERG, J.; SAPPRASERT, K. National innovation systems: the emergence of a new approach. **Science and Public Policy**, v. 38, n. 9, p. 669-679, 2011.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M. National innovation systems, capabilities and economic development. **Research Policy**, v. 37, n. 9, p. 1.417-1.435, 2008.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M. Innovation systems, technology and development: unpacking the relationships. LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K.; CHAMINADE, C.; VAN, J. **Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting**. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2009. p. 83-115.

FAJNZYLBER, F. Competitividad internacional: evolución y lecciones. **Revista de La Cepal**, Santiago, Chile, Nações Unidas, n. 36, 1988.

FAJNZYLBER, F. **La industrialización trunca de América Latina**. México, D.F.: Editorial Nueva Imagen, 1983.

FARMER, J. D.; FOLEY, D. The economy needs agent-based modelling. **Nature**, v. 460, n. 6, 2009.

FAZZARI, S.; HUBBARD, R.; PETERSEN, B. Financing *constraints* and corporate investment. **Brookings Papers on Economic Activity**, p. 141-195, 1988.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

FERREIRA, J. L.; RUFFONI, J.; CARVALHO, A. M. Dinâmica da difusão de inovações no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 17, n. 1, p. 175-200, jan./jun. 2018.

FERREIRA, S. P.; VIOTTI, R. B. Medindo recursos humanos em ciência e tecnologia no Brasil: metodologia e resultados. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003.

FIGUEIREDO, J. C. B. Difusão de produtos através de países. In: AMATUCCI, M. (ed.). **Internacionalização de empresas: teoria, problemas e casos**. São Paulo: Atlas, 2009. cap. 4, p. 183-214.

FIGUEIREDO, P. The role of dual embeddedness in the innovative performance of MNE subsidiaries: evidence from Brazil. **Journal of Management Studies**, v. 48, p. 417-440, mar. 2011.

FILIPPETTI, A.; ARCHIBUGI, D. Innovation in times of crisis: national systems of innovation, structure, and demand. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 179-192, 2011.

FINDLAY, R. Relative backwardness, direct foreign investment, and the transfer of technology: a sim-

ple dynamic model. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 92, n. 1, p. 1-16, fev. 1978.

FISCHER, B. B.; QUEIROZ, S.; VONORTAS, N. S. On the location of knowledge-intensive entrepreneurship in developing countries: lessons from São Paulo, Brazil. **Entrepreneurship & Regional Development**, v. 30, n. 5-6, p. 612-638, 2018.

FISHER, R.A. **The genetical theory of natural selection**: a complete variorum edition, Oxford: Oxford Univ. Press, 1999 [1930].

FITJAR, R. D.; HUBER, F.; RODRÍGUEZ-POSE, A. Not too close, not too far: testing the Goldilocks principle of “optimal” distance in innovation networks. **Industry and Innovation**, v. 23, n. 6, p. 465-487, 2015.

FLEURY, A. C. C.; VARGAS, N. **Organização do trabalho**. São Paulo: Atlas, 1987.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. especial, p. 183-196, 2001.

FLORIDA, R. Toward the learning region. **Futures**, v. 27, n. 5, p. 527-536, 1995.

FOLEY, D. A statistical equilibrium theory of markets. **Journal of Economic Theory**, v. 62, n. 2, p. 321-345, 1994.

FONSECA, M.; FIGUEIREDO, P. N. Acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento de performance operacional: evidências de um estudo de caso em nível de empresa. **Revista Brasileira de Inovação**, n. 13, v. 2, p. 311-343, 2014.

FONSECA, P. C. D. **Desenvolvimentismo**: a construção do conceito. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015.

FONTANA, R.; ZIRULIA, L. ... then came Cisco, and the rest is history: a history friendly model of the local area networking industry. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 25, p. 875-899, 2015.

FORAY, D. The secrets of industry are in the air: industrial cooperation and the organizational dynamics of the innovative firm. **Research Policy**, n. 20, p. 393-405, 1991.

FORAY, D. **The economics of knowledge**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2006.

FORAY, D.; LUNDEVALL, B.-Å. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: NEEF, D.; SIESFELD, G. A.; CEFOLA, J. (eds.). **The economic impact of knowledge**. Woburn, MA: Butterworth Heinemann, 1998. cap. 7, p. 115-122.

FORAY, D.; LUNDEVALL, B.-Å. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: OECD. **Employment and growth in the knowledge-based economy**. OECD documents, 1999.

FORBES. **Informações sobre os principais indicadores econômicos da África do Sul**. 2013. Disponível em: <http://www.forbes.com/places/india>. Acesso em: 14 jul. 2014.

- FORD, M. **The rise of robots: technology and the threat of a jobless future.** New York: Basic Books, 2015.
- FORD, M. **Architects of intelligence: the truth about AI from the people building it.** Birmingham: Packt Publishing, 2018.
- FORRESTER, J. W. Growth cycles. **De Economist**, v. 125, n. 4, p. 525-543, 1977.
- FORSGREN, M. **Theories of the multinational firm: a multidimensional creature in the global economy.** Northampton: Edward Elgar, 2008.
- FOSS, N. J.; WINTER, S.; HEIMERIKS, K. H. A Hegelian dialogue on the micro-foundations of organizational routines and capabilities. **European Management Review**, v. 9, n. 4, p. 173-197, 2012.
- FREEL, M. S. Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity. **Research Policy**, v. 32, p. 751-770, 2003.
- FREEMAN, A. The emperor's tailor: the economists and the crash of '98. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, v. 4, p. 5-52, 1999.
- FREEMAN, C. **La teoría económica de la innovación industrial.** Madri: Alianza Editorial, 1975.
- FREEMAN, C. The Kondratiev long waves, technical change and unemployment. *In: OECD. Structural determinants of employment and unemployment.* v. 2. Paris: OECD, 1977. p. 181-196.
- FREEMAN, C. **Technological infrastructure and international competitiveness, draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness.** Paris: OECD, 1982a.
- FREEMAN, C. **Technological infrastructure and international development strategies for the third millennium** (Não publicado), 1982b. Disponível em: http://www.sinal.redesist.ie.ufrj.br/globelics/pdfs/GLOBELICS_0079_Freeman.pdf
- FREEMAN, C. (ed.) **Long waves in the world economy.** London: Frances Pinter (Publishers), 1983.
- FREEMAN, C. **El reto de la innovación: la experiencia de Japón.** Caracas, Ven: Galac, 1987a.
- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan.** London: Frances Pinter, 1987b.
- FREEMAN, C. Introduction. *In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L.* (eds.). **Technical change and economic theory.** London: Pinter Publishers, 1988. p. 1-12.
- FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? *In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L.* (eds.). **Technical change and economic theory.** London: Pinter Publishers, 1988. p. 349-369.
- FREEMAN, C. Networks of innovators: a synthesis of research issues. **Research Policy**, n. 20, p. 499-514, 1991.
- FREEMAN, C. Technical change and future trends in the world economy. **Special issue of Futures**, v. 25, 1993.

FREEMAN, C. Critical survey: the economics of technical change. **Cambridge Journal of Economics**, v. 18, n. 5, p. 463-514, 1994.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, 1995.

FREEMAN, C. Innovation and growth. *In*: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. (eds.). **The handbook of industrial innovation**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1996. p. 78-93.

FREEMAN, C. The greening of technology and models of innovation. **Technological Forecast and Social Change**, v. 53, p. 27-39, 1996.

FREEMAN, C. Innovation systems: city-state, national, continental and sub-national. *In*: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (ed.). **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no âmbito do Mercosul**. Cap. 3, p. 109-167. Brasília: IBICT/MCT, 1999.

FREEMAN, C. Continental, national and sub-national innovation systems: complementarity and economic growth. **Research Policy**, v. 31, p. 191-211, 2002.

FREEMAN, C.; LOUÇÁ, F. **As time goes by: from the industrial revolutions and to the information revolution**. Oxford: Oxford University, 2001.

FREEMAN, C.; LOUÇÁ, F. **Ciclos e crises no capitalismo global: das revoluções industriais à revolução da informação**. Tradução: Fátima St. Aubyn. Porto: Afrontamento, 2004.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour. *In*: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988. p. 38-66.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008 [1974].

FRENKEN, K.; BOSCHMA, R. A. A theoretical framework for evolutionary economic geography: industrial dynamics and urban growth as a branching process. **Journal of Economic Geography**, v. 7, n. 5, p. 635-649, 13 jun. 2007.

FRENKEN, K.; MARENGO, L.; VALENTE, M. Interdependencies, nearly-decomposability and adaptation. *In*: BRENNER, T. (org.). **Computational techniques for modelling learning in economics**. v. 11. Boston, MA: Springer, 1999. p. 145-165.

FRENKEN, K.; NUVOLARI, A. The early development of the steam engine: an evolutionary interpretation using complexity theory. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 2, p. 419-450, 2004.

FRENKEN, K.; OORT, F. V.; VERBURG, T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. **Regional Studies**, v. 41, n. 5, p. 685-697, 2007.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? **Technological Forecasting & Social Change**, v. 114, p. 254-280, 2017. (versão de 2013 disponível em: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

FRIEDMAN, M. The methodology of positive economics. *In*: HAUSMAN, D. (ed.). **The philosophy of economics: an anthology**. Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1995 [1953]. p. 180-213.

FRIEDRICH, L. **National system of political economy, with an introduction by Michael Hudson**. New York & London: Garland Publishing, 1974. p. 70-78.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo, 2010**. São Paulo: Fapesp, 2011.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL (FMI). **Balance of payments and international investment position statistics**. Base de dados.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL (FMI). **Balance of payments manual**, Washington, DC: IMF, 1993.

FURTADO, A. T. Difusão tecnológica: um debate superado? *In*: PELAEZ, V.; SZMRECSANYI, T. (orgs.). **Economia da inovação**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 168-192.

FURTADO, C. Capital formation and economic development. *In*: AGARWALA, A. N.; SINGH, S. P. (orgs.). **The economics of underdevelopment**. Oxford: Oxford University Press, 1958.

FURTADO, C. **A dialética do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1964a.

FURTADO, C. **Development and underdevelopment**. Los Angeles: University of California Press, 1964b.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FURTADO, C. **A fantasia organizada**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FURTADO, C. **Capitalismo global**. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

FURTADO, C. **Em busca de um novo modelo: reflexões sobre a crise contemporânea**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GADELHA, C. Política industrial: uma visão neo-schumpeteriana sistêmica e estrutural. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 4, p. 84, 2001.

GADREY, J.; GALLOUJ, F. The provider-customer interface in business and professional services. **The Service Industries Journal**, v. 18, n. 2, p. 1-15, 1998.

GAGLIARDI, L. Does skilled migration foster innovative performance? Evidence from British local areas. **Papers in Regional Science**, v. 94, n. 4, p. 773-794, nov. 2015.

GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. OECD Taxonomy of economic activities based on R&D intensity. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 2016/04, Paris, OECD Publishing, 2016. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>

GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. Innovation in services. **Research Policy**, v. 26, n. 4-5, p. 537-556, 1997.

GARAVAGLIA, C. Modelling industrial dynamics with “history-friendly” simulations. **Structural Change and Economic Dynamics**, Amsterdam, v. 21, n. 4, p. 258-275, nov. 2010.

GARAVAGLIA, C.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L.; PEZZONI, M. Technological regimes and demand structure in the evolution of the pharmaceutical industry. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 22, p. 677-709, 2012.

GARCIA, R. Economias externas e vantagens competitivas dos produtores em sistemas locais de produção: as visões de Marshall, Krugman e Porter. **Ensaio FEE**, v. 27, n. 2, p. 301-324, 2006.

GARCIA, R. Resenha – Ron Boschma e Ron Martin - The Handbook of Evolutionary Economic Geography. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. 1, p. 233-240, 2012.

GARCIA, R. *et al.* Desenvolvimento local e desconcentração industrial: uma análise da dinâmica do sistema local de empresas de eletrônica de Santa Rita do Sapucaí e suas implicações de políticas. **Nova Economia**, v. 25, n. 1, p. 105-122, 2015a.

GARCIA, R. *et al.* Looking at both sides: how specific characteristics of academic research groups and firms affect the geographical distance of university-industry linkages. **Regional Studies, Regional Science**, v. 2, n. 1, p. 518-534, 2015b.

GARCIA, R. *et al.* Efeitos da interação universidade-empresa sobre a inovação e o desenvolvimento regional. *In*: SERRA, M.; ROLIM, C.; BASTOS, A. P. (eds.). **Universidades e desenvolvimento regional: as bases para a inovação competitiva**. Rio de Janeiro: IdeaD, 2018. p. 412.

GARCIA, R. *et al.* Is cognitive proximity a driver of geographical distance of university-industry collaboration? **Area Development and Policy**, v. 3, n. 3, p. 349-367, 2 set. 2018.

GARCIA, R.; ARAÚJO, V.; MASCARINI, S. The role of geographic proximity for university-industry linkages in Brazil: an empirical analysis. **Australasian Journal of Regional Studies**, v. 19, n. 3, p. 433, 2013.

GARCIA, R.; ARAÚJO, V.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G. Os efeitos da proximidade geográfica para o estímulo da interação universidade-empresa. **Revista de Economia**, Editora UFPR, v. 37, n. especial, p. 307-330, 2011.

GARCIA, R.; SCUR, G. Experiences of cluster evolution in the Brazilian ceramic tile industry. *In*: BELUSSI, F.; HERVÁS-OLIVER, J.-L. (eds.). **Unfolding cluster evolution**. London: Routledge, 2016. v. 104.

GAROFOLI, G. New firm formation and regional development: the Italian case. **Regional Studies**, v. 28, n. 4, p. 381-393, 1994.

GARONE, L. F.; MAFFIOLI, A. Evaluación de impacto de políticas de innovación in America Latina y el Caribe: una nueva frontera. *In*: NAVARRO, J. C.; OLIVARI, J. (eds.). **La política de innovación em America Latina y el Caribe: nuevos caminos**. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo, 2016.

GAVROGLU, K.; CHRISTIANIDIS, Y.; NICOLAIDIS, E. **Trends in the historiography of science**. Dordrecht: Springer, 1994.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to sociotechnical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, v. 33, p. 897-920, 2004.

GEORGHIOU, L. Issues in the evaluation of innovation and technology policy. **Evaluation**, v. 4, p. 37-51, 1998.

GEORGHIOU, L.; RIGBY, J.; CAMERON, H. (eds.). **Assessing the socio-economic impacts of the framework programme**. 2002.

GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 12, n. 1, p. 78-104, 2005. Disponível em: http://web.mit.edu/ipc/sloan05/GVC_Governance.pdf.

GEREFFI, G.; KAPLINSKY, R. The value of value chains: spreading the gains from globalisation. **IDS Bulletin**, Unided Kingdow, v. 32, n. 3, jul. 2001.

GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M.; KORZENIEWICZ, R. Global commodity chains. *In*: GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (orgs.). **Commodity chains and global capitalism**. Westport, CT: Greenwood Publishing Group, 1994.

GERKE, A.; DICKSON, G.; DESBORDES, M.; GATES, S. The role of interorganizational citizenship behaviors in the innovation process. **Journal of Business Research**, v. 73, p. 55-64, 2017.

GEROSKI, P. A.; MAZZUCATO, M. Myopic selection. **Metroeconomica**, v. 53, n. 2, p. 81-199, 2002.

GERSCHENKRON, A. **Economic backwardness in historical perspective**. Cambridge: Harvard University, 1962 [1952].

GERTLER, M. S. Financial structure and aggregate economic activity: an overview, *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 20, n. 3, p. 559-588, ago. 1988.

GERTLER, M. S. Tacit knowledge and the economic geography of context, or The undefinable tacitness of being (there). **Journal of Economic Geography**, v. 3, n. 1, p. 75-99, 2003.

GIBBONS, M.; GEORGHIOU, L. **Evaluation of research: a selection of current practices**. Paris: OECD, 1987.

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P.; TROW, M. **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London: Sage Publications, 1994.

GILLIES, J.; CAILLIAU, R. **How the web was born: the story of the World Wide Web**. Oxford/New York: Oxford University Press, 2000.

GILLY, J.-P.; TORRE, A. Proximity relations: elements for an analytical framework. **Industrial Networks and Proximity**, p. 1-17, 2000.

GINGRAS, Y. **Os desvios da avaliação da pesquisa**: o bom uso da bibliometria. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2016.

GINTIS, H. The dynamics of general equilibrium. **The Economic Journal**, v. 117, p. 1.280-1.309, 2007.

GINTIS, H. **The bounds of reason**: game theory and the unification of the behavioral sciences. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.

GIUDICI, S.; PALEARI, S. The provision of finance to innovation: a survey conducted among italian technology-based small firms. **Small Business Economics**, n. 14, p. 37-53, 2000.

GIULIANI, E.; BELL, M. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a chilean wine cluster. **Research Policy**, v. 34, n. 1, p. 47-68, 2005.

GLAESER, E. L. *et al.* Growth in cities. **Journal of Political Economy**, v. 100, n. 6, p. 1.126-1.152, 1992.

GLOBAL CARBON ATLAS. **Dados sobre emissões de CO₂**. 2014. Disponível em: <http://www.global-carbonatlas.org>. Acesso em: 10 jul. 2014.

GLUGLER, P.; MICHEL, J. Internationalization of R&D activities: the case of Swiss MNEs. **International Business & Economics Research Journal**, v. 9, n. 6, jun. 2010.

GNYAWALI, D.; PARK, B. J. Co-opetition and technological innovation in small and medium-sized enterprises: a multilevel conceptual model. **Journal of Small Business Management**, v. 47, n. 3, p. 308-330, 2009.

GOLDFARB, A.; TUCKER, C. Digital economics. **Journal of Economic Literature**, v. 57, n. 1, p. 3-43, 2019.

GOMES, R. **A internacionalização das atividades tecnológicas pelas empresas transnacionais**: elementos de organização industrial da economia da inovação. Tese (Doutorado) - IE/Unicamp, Campinas, SP, 2003.

GOMEZ, J. M.; CHAMON, P. H.; LIMA, S. B. Por uma nova ordem energética global? Potencialidades e perspectivas da questão energética entre os países BRICS. **Contexto Internacional**. Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 531-396, jul./dez. 2012.

GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. Innovation and spatial knowledge spillovers: evidence from brazilian patent data. **Regional Studies**, v. 43, n. 4, p. 513-528, 2009.

GONZÁLEZ, X.; PAZÓ, C. Do public subsidies stimulate private R&D spending? **Research Policy**, v. 37, p. 371-389, 2008.

GORDON, R. **The rise and fall of American growth**: the US standard of living since the Civil War. Princeton/Oxford: Princeton University Press, 2016.

GRÁDA, C. O. Did science cause the Industrial Revolution? **Journal of Economic Literature**, v. 54, n. 1, p. 224-239, 2016.

- GRANOVETTER, M. S. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. **American Journal of Sociology**, v. 91, n. 3, p. 481-510, 1985.
- GRANOVETTER, M. S. The impact of social structure on economic outcomes. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 19, n. 1, p. 33-50, 2005.
- GRANSTRAND, O.; HÅKANSON, L.; SJÖLANDER, S. Internationalization of R&D: a survey of some recent research. **Research Policy**, v. 22, n. 5, p. 413-430, 1993.
- GRAVELLE, J. G. Tax havens: international tax avoidance and evasion. **CRS Report for Congress**, n. 7-5700, jan. 2013. Disponível em: <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R40623.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2012.
- GREENAN, N; LORENZ, E. Developing harmonized measures of the dynamics of organization and work. In: GAUT, F. (ed.). **Handbook of innovation indicators and measurement**. Massachusetts: Edward Elgar, 2013.
- GREENHALGH, C.; ROGERS. M. **Innovation, intellectual property, and economic growth**. Princeton: Princeton University Press, 2010.
- GREENSTEIN, S. **How the internet became commercial: innovation, privatization and the birth of a new network**. Princeton: Princeton University Press, 2015.
- GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometrica**, v. 25, n. 4, p. 501-522, 1957.
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. **Journal of Economic Literature**, v. 28, p. 1.661-1.707, 1990.
- GRIMES, S. Foreign R&D in China: an evolving innovation landscape. In: SHAO, K.; FENG, X. (eds.). **Innovation and intellectual property**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2014.
- GU, S. Transformation and recombination learning in the NSI of China. In: 1st GLOBELICS CONFERENCE, **Anais**. Rio de Janeiro, Brazil, nov., 3-6, 2003.
- GU, S.; LUNDEVALL, B.-Å. Introduction: China's innovation system and the move towards harmonious growth and endogenous innovation. **Innovation**, v. 8, n. 1-2, p. 1-26, 2006.
- GUINET, J. **National systems for financing innovation**. Paris: Head of Publications Service; OECD, 1995.
- GULATI, R. Alliances and networks. **Strategic Management Journal**, v. 19, n. 4, p. 293-317, dez. 1998.
- GULATI, R. **Managing network resources: alliances, affiliations and other relational assets**. Oxford: OUP Oxford, 2007.
- HAGEDOORN, J. Understanding the rationale of strategic technology partnering: interorganizational modes of cooperation and sectorial differences. **Strategic Management Journal**, v. 14, p. 371-385, 1993.
- HAGEDOORN, J. Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. **Research Policy**, v. 31, p. 477-492, 2002.

- HAGEDOORN, J.; SCHAKENRAAD, J. The effect of strategic technology alliances on company performance. **Strategic Management Journal**, v. 15, n. 4, p. 291-309, 1994.
- HAGEDOORN, J.; KRANENBURG, H.; OSBORN, R. N. Joint patenting amongst companies: exploring the effects of inter-firm R&D partnering and experience. **Managerial and Decision Economics**, v. 24, p. 71-84, 2003.
- HAGEDOORN, J.; LINK, A.; VONORTAS, N. Research partnerships. **Research Policy**, v. 29, p. 567-586, abr. 2000.
- HÅKANSSON, H. Technological collaboration in industrial networks. **EMJ**, v. 3, p. 371-379, 1990.
- HALL, B. H. R&D tax policy during the eighties: success or failure? **Working Paper**, n. 4.240. Cambridge, (NBER Working Papers Series), 1992.
- HALL, B. H. The financing of Research and Development. **UC Berkeley Working Papers**, E01-311, 2002.
- HALL, B. H. Innovation and diffusion. **Working paper**, n. 10212. Cambridge, MA: The National Bureau of Economic Research, 2004. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w10212.pdf>. Acesso em: 5 maio 2015.
- HALL, B. H. The use and value of IP rights. **UK IP Forum on the Economic Value of Intellectual Property**, 2009. Disponível em: http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH09_IPMinisterial_June.pdf. Acesso em: 17 nov. 2012.
- HALL, B. H.; LERNER, J. The financing of R&D and innovation. In: HALL, B. H.; ROSENBERG, N. **Handbook of the economics of innovation**. Amsterdam: Elsevier, 2010.
- HALL, B. H.; REENEN, J. V. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. **Research Policy**, v. 29, p. 449-469, 2000.
- HALL, R. L.; HITCH, C. Price theory and business behavior. **Oxford Economic Papers**, v. 2, p. 12-45, 1939.
- HÄMÄLÄINEN, T. J. **National competitiveness and economic growth: the changing determinants of economic performance in the world economy**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2003.
- HAMEL, G. **The future of management**. Boston: Harvard Business School Publishing, 2007.
- HAMEL, G. Por dentro da empresa com a gestão mais criativa do mundo. **Harvard Business Review**, p. 15-26, 2011a.
- HAMEL, G. Primeiro vamos demitir todos os gerentes. **Harvard Business Review**, 2011b. Disponível em: <https://hbrbr.uol.com.br/primeiro-vamos-demitir-todos-os-gerentes>. Acesso em: dez. 2019.
- HANUSCH, H.; PYKA, A. Principles of neo-schumpeterian economics. **Cambridge Journal of Economics**, v. 31, p. 275-289, 2007.
- HARDLE, W.; KIRMAN, A. P. Nonclassical demand: a model-free examination of price-quantity rela-

- tions in the Marseille fish Market. **Journal of Econometrics**, v. 6, p. 227-257, 1995.
- HARROD, R. F. An essay in dynamic theory. **The Economic Journal**, v. 49, n. 193, p. 14-33, 1939.
- HART, S. Beyond greening: strategies for a sustainable world. **Harvard Business Review**, p. 66-76, 1997.
- HAŠČIĆ, I.; JOHNSTONE, N.; TRIGUI, O. Environmental policy, multilateral environmental agreements and international markets for innovation. *In: OECD. **Invention and transfer of environmental technologies**. Studies on Environmental Innovation. Chapter 2, 2011.*
- HASENCLEVER, L.; FERREIRA, P. M. Estrutura de mercado e inovação. *In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2013.*
- HASENCLEVER, L.; ZISSIMOS, I. A evolução das configurações produtivas locais no Brasil: uma revisão da literatura. **Estudos Econômicos**, v. 36, n. 3, p. 407-433, 2006.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. Economic complexity and the future of manufacturing. **The Future of Manufacturing**, p. 13, 2012.
- HAYERBEEKE, W. V.; DUYSTERS, G.; NOORDERHAVEN, N. External technology sourcing through alliances or acquisitions: an analysis of the application-specific integrated circuits industry. **Organization Science**, v. 13, n. 6, p. 714-733, 2002.
- HAYES, M. **The economics of Keynes: a new guide to the general theory**. Cheltenham, UK; Massachusetts, US: Edward Elgar, 2006.
- HAYTON, J. C.; KELLEY, D. J. A competency-based framework for promoting corporate entrepreneurship. **Human Resource Management**, v. 45, 2006.
- HEKKERT, M. P.; SUURS, R. A. A.; NEGRO, S. O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R. E. H. M. Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 4, p. 413-432, 2007.
- HELFAAT, C. E. The behavior and capabilities of firms. *In: NELSON, R. R. et al. **Modern evolutionary economics: an overview**. Cambridge, NY: Cambridge University Press, 2018. p. 85-103.*
- HELPMAN, E. (ed.). **General purpose technologies**. Stanford: Stanford University, 1998.
- HENNING, M. Time should tell (more): evolutionary economic geography and the challenge of history. **Regional Studies**, v. 53, n. 4, p. 602-613, 3 abr. 2019.
- HERRERA, A. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. **Revista Redes**, n. 5, 1995.
- HERVÁS-OLIVER, J.-L.; ALBORS-GARRIGOS, J. Are technology gatekeepers renewing clusters? Understanding gatekeepers and their dynamics across cluster life cycles. **Entrepreneurship & Regional Development**, v. 26, n. 5-6, p. 431-452, 2014.
- HERVÁS-OLIVER, J.-L.; PERIS-ORTIZ, M. **Management innovation: antecedents, complementarities**

- and performance consequences. London: Springer International Publishing, 2014.
- HIDALGO, C. A. *et al.* The product space conditions the development of nations. **Science**, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 27 jul. 2007.
- HINES, J.; RICE, E. Fiscal paradise: foreign tax havens and American business. **Quarterly Journal of Economics**, v. 109, p. 149-182, fev. 1994.
- HIPPEL, E. V. The dominant role of users in the scientific instrument innovation process. **Research Policy**, v. 5, n. 3, p. 212-239, 1976.
- HIPPEL, E. V. **The sources of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 1988.
- HIRSCHMAN, A. O. **The strategy of economic development**. New Haven, CT: Yale University Press, 1958.
- HODGSON, G. **Economics and evolution: bringing life back into economics**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1993.
- HODGSON, G. Metaphor and pluralism in economics: mechanics and biology. *In*: SALANTI, A.; SCREPANTI, E. (ed.). **Pluralism in economics: new perspectives in history and methodology**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997. p. 131-154.
- HODGSON, G. Meanings of evolutionary economics. *In*: HODGSON, G. **Evolution and institutions: on evolutionary economics and the evolution of economics**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1999.
- HODGSON, G. What is the essence of institutional economics? **Journal of economic issues**, v. 34, n. 2, p. 317-329, 2000.
- HOLLAND, J. H. **Hidden order: how adaptation builds complexity**. Cambridge, Massachusetts: Perseu Books, 1995.
- HOLLAND, J. H.; MILLER, J. H. Artificial adaptive agent in economic theory. **American Economic Review**, v. 81, n. 2, p. 365-370, 1991.
- HOLLANDA, S. Dispendios em C&T e P&D. *In*: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.
- HOLMSTRON, B.; TIROLE, J. **The theory of the firm: handbook of industrial organization**. v. I. North-Holland: Elsevier Science Publisher, 1989.
- HOOVER, K. Pragmatism, pragmaticism and economic method. *In*: BACKHOUSE, R. **New directions in economic methodology**. London: Routledge, 1994.
- HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. Determinantes daecoinovação por tipo de impacto ambiental: o papel da pressão regulatória, da alavancagem tecnológica e do fator mercado. *In*: ARRUDA, C.; CARVALHO, F. (eds.). **Inovações ambientais: políticas públicas, tecnologias e oportunidades de negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 67-110.
- HUBER, F. On the role and interrelationship of spatial, social and cognitive proximity: personal

knowledge relationships of R&D workers in the Cambridge information technology cluster. **Regional Studies**, v. 46, n. 9, p. 1.169-1.182, 2012.

HUGHES, T. P. **Networks of power**: electrification in western society, 1880-1930. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1983.

HUGHES, T. P. The evolution of large technological systems. In: BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. J. (ed.). **The social construction of technological systems**: new directions in the sociology and history of technology. Cambridge, MA: The MIT Press, 1990.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. Governance and upgrading: linking industrial cluster and global value chain research. **IDS Working Paper**, n. 120, Institute of Development Studies, Brighton: University of Sussex, 2000.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? **Regional studies**, v. 36, n. 9, p. 1.017-1.027, 2002.

HYMER, S. **The international operations of national firms**: a study of direct foreign investment. Cambridge, MA: MIT Press, 1976.

HYMER, S. **Empresas multinacionais**: a internacionalização do capital. Rio de Janeiro: Graal, 1978.

HYNES, N.; ELWELL, A. D. The role of inter-organizational networks in enabling or delaying disruptive innovation: a case study of VoIP. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 31, n. 6, p. 722-731, 2016.

IETTO-GILLIES, G. **Transnational corporations and international production**: concepts, theories and effects. Northampton: Edward Elgar, 2005.

IMAI, K-I.; ITAMI, H. Interpenetration of organization and market: Japan's firm and market in comparison with the U.S. **International Journal of Industrial Organization**, v. 2, n. 4, p. 285-310, 1984.

IMBENS, G; WOOLDRIDGE, J. Recent developments in the econometrics of program evaluation. **Working paper CWP 24/08**. The Institute for Fiscal Studies, Centre for Microdata methods and practice, 2008.

INGRAO, B.; ISRAEL, G. **The invisible hand**: economic equilibrium in the history of science. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014**: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). **Core list of ICT indicators**. Geneva, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Industrial de Inovação tecnológica 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Ministério da Economia. **Pesquisa de Inovação 2014**. 6. ed. Brasília, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Informações sobre o novo banco do BRICS**. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34684. Acesso em: 4 maio 2020.

ISAAC, V. R.; BORINI, F. M.; RAZIQ, M. M.; BENITO, G. R. From local to global innovation: the role of subsidiaries' external relational embeddedness in an emerging market. **International Business Review**, 2018.

ISMAIL, S.; MALONE, M. S.; GEEST, Y. V. **Organizações exponenciais**. Rio de Janeiro: Altabooks, 2018.

IVARSSON, I.; ALVSTAM, C. G. Technology transfer from TNCs to local suppliers in developing countries: a study of AB Volvo's truck and bus plants in Brazil, China, India, and Mexico. **World Development**, v. 33, n. 8, p. 1.325-1.344, ago. 2005.

IVERSEN, E.; DACHS, B.; POTI, B.; PATEL, P.; CERULLI, G.; SPALLONE, R.; ZAHRADNIK, G.; KNELL, M.; SCHERNGELL, T.; LANG, F. **Internationalisation of business investments in R&D and analysis of their economic impact (BERD Flows)**. Final Analysis Report: BERD FLOWS PROJECT (30-CE-0677869/00-21/A4/2014). European Commission, 2017.

JACOB, M. **The first knowledge economy: human capital and the European economy, 1750-1850**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

JACOBS, J. The economy of cities. **The New York Times**, p. 2.003, 1969.

JACOBSSON, S.; BERGEK, A. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 5, p. 815-849, 2004.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **American Economic Review**, p. 957-970, 1989.

JAFFE, A.B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577-598, 1993.

JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M. **Patents, citations and innovations: a window on the knowledge economy**. Cambridge: MIT Press, 2002.

JAMES, C. Some evidence of the uniqueness of bank loans. **Journal of Financial Economics**, p. 217-235, 1987.

JARAMILLO, H.; LUGONES, G.; SALAZAR, M. **Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe**. Bogotá, CO, 2000. (Proyecto financiado por la Organización de Estados Americanos OEA).

JARMIN, R. S. Using matched client and census data to evaluate the performance of the manufacturing extension partnership. Center for Economic Studies. **Working Paper CES 95-7**, 1995.

JARMIN, R. S.; JENSEN, J. B. Evaluating government technology programmes: the case of manufactur-

ing extension. conference policy evaluation in innovation and technology. **Science and Technology Policy Division**. Paris: OCDE, 1997.

JARUZELSKI, B.; DEHOFF, K. Beyond borders: the global innovation 1000. **Strategy and Business**, n. 53, 2008. Disponível em: <http://www.booz.com/media/uploads/Beyond-Borders-Global-Innovation-1000.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2012.

JARUZELSKI, B.; SCHWARTZ, K.; STAACK, V. The 2015 Global Innovation 1000. **Strategy and Business**, 2015. Disponível em: <https://www.pwc.com/gr/en/publications/2015-global-innovation-1000.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

JENSEN, M. B. *et al.* Forms of knowledge and modes of innovation. **Research Policy**, v. 36, n. 5, p. 680-693, 2007.

JENSEN, M. B.; JOHNSON, B.; LORENZ, E.; LUNDEVALL, B.-Å. Forms of knowledge and modes of innovation. **Research Policy**, v. 36, n. 5, p. 680-693, 2007.

JIANG, X.; WANG, L. Process and risk analyses about enterprises technological innovation. **Chinese Business Review**, v. 6, n. 3, p. 49-54, 2007.

JOHNSON, B. Institutional learning. *In*: LUNDEVALL, B.-Å. (org.). **National systems of innovation**. London: Pinter, 1992a. p. 23-44.

JOHNSON, B. Toward a new approach to National System of innovation. *In*: LUNDEVALL, B.-Å. **National Systems of Innovation: towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Printer Publishers, 1992b.

JOHNSON, B.; EDQUIST, C.; LUNDEVALL, B.-Å. **Economic development and the national system of innovation approach**. *In*: 1st GLOBELICS CONFERENCE, **Anais...** Rio de Janeiro, 2003.

JOHNSON, B.; LUNDEVALL, B.-Å. **Why all this fuss about codified and tacit knowledge?** Druid Winter Conference, Aalborg 2001.

JOSEPH, K. J.; DAS, K.; KURIAN, N.; VIVEKANANDAN, J. **Institutions and innovation systems: understanding exclusion in India**. 8th Globelics International Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 2010.

JOVANOVIĆ, B.; ROUSSEAU, P. General purpose technologies. *In*: AGHION, P.; DURLAUF, S. (eds.). **Handbook of economic growth**. North-Holland: Elsevier, 2005.

JUROWETZKI, R.; LEMA, R.; LUNDEVALL, B.-Å. Combining innovation systems and global value chains for development: towards a research agenda. **The European Journal of Development Research**, v. 30, n. 3, p. 364-388, 2018.

KAHLE, K.; STULTZ, R. Is the public corporation in trouble? **Journal of Economic Perspectives**, v. 31, n. 3, p. 67-88, 2017.

KAISER, R.; KRIPP, M. Demand-orientation in national systems of innovation: a critical review of current European innovation policy concepts. Druid Summer Conference 2010 - opening up inno-

vation: strategy, organization and technology, 2010, Londres. **Annals**. Londres: Empirical College London Business School, jun. 2010.

KANNEBLEY, S.; PORTO, G. Incentivos fiscais à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil: uma avaliação das políticas recentes. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012. (**Texto para discussão 236**).

KATZ, J. M. Domestic technological innovations and dynamic comparative advantage. **Journal of Development Economics**, v. 16, p. 13-37, 1984.

KELLER, W. International trade, foreign direct investment, and technology spillovers. **NBER Working Paper**, n. 15.442, out. 2009. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w15442>. Acesso em: 28 mar. 2012.

KEMP, R.; FOXON, T. **Typology of eco-innovation**. Maastricht, MEI (Measuring Eco-Innovation), 2007.

KEMP, R.; PEARSON, P. **Final report of the MEI project measuring eco innovation**. One Merit Maastricht, 2007. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015.

KEMP, R.; PONTIOLIO, S. The innovation effects of environmental policy instruments: a typical case of the blind men and the elephant? **Ecological Economics**, v. 72, n. 15, p. 28-36, 2011.

KENNEY, M. **Understanding Silicon Valley: the anatomy of an entrepreneurial region**. Stanford: Stanford University Press, 2000.

KERR, W. R. Breakthrough inventions and migrating clusters of innovation. **Journal of Urban Economics**, v. 67, n. 1, p. 46-60, jan. 2010.

KEUPP, M. M.; PALMIÉ, M.; GASSMANN, O. The strategic management of innovation: a systematic review and paths for future research. **International Journal of Management Reviews**, v. 14, p. 367-390, 2012.

KEYNES, J. M. **Treatise on money, two volumes complete in one**. Mansfield Centre: Martino Publishing, 1930.

KEYNES, J. M. **The general theory of employment, interest and money**. London: Palgrave MacMillan, 1936.

KEYNES, J. M. The ex-ante theory of the rate of interest. **Economic Journal**, dez. 1937.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices**. Washington, DC: World Bank, 2010.

KIM, L. Pros and cons of international technology transfer: a developing country's view. In: AGMON, T.; GLINOW, M. A. V. (eds.). **Technology transfer in international business**. Oxford: Oxford University Press, 1991. Cap. 12, p. 223-239.

KIM, L. **Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia**. Campinas: Editora Unicamp, 2005 [1997].

KIM, L.; NELSON, R. (eds.) **Tecnologia aprendizado e inovação: as experiências das economias de**

- industrialização recente. Campinas: Editora Unicamp, 2005 [2000].
- KIRMAN, A. P.; VRIEND, N. J. Evolving market structure: an ACE model of price dispersion and loyalty. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 25, p. 459-502, 2001.
- KLEPPER, S. Industry life cycles. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n. 1, p. 145-202, 1997.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S. On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. **Research Policy**, v. 24, p. 185-205, 1995.
- KLINE, J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (eds.). **The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth**. Washington, DC: The National Academy Press, 1986. p. 275-305.
- KLOFSTEN, M.; FAYOLLE, A.; GUERRERO, M.; MIAN, S.; URBANO, D.; WRIGHT, M. The entrepreneurial university as driver for economic growth and social change: key strategic challenges. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 141, p. 149-158, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.004>
- KNOBEN, J.; OERLEMANS, L. A. G. Proximity and inter-organizational collaboration: a literature review. **International Journal of Management Reviews**, v. 8, n. 2, p. 71-89, 2006.
- KOELLER, P.; VIOTTL, R.; RAUEN, A. Dispendios do governo federal em C&T e P&D: esforços e perspectivas recentes. **Boletim RADAR: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior Brasília: IPEA**, n. 48, 2016. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/20170110_radar_48_art2.pdf.
- KOGLER, D. F. Editorial: evolutionary economic geography - theoretical and empirical progress. **Regional Studies**, v. 49, n. 5, p. 705-711, 4 maio 2015.
- KOGUT, B.; ZANDER, I. Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. **Journal of International Business Studies**, v. 24, n. 4, p. 625-645, jul. 1993.
- KÖHLER, C.; RAMMER, P.; LAREDO, C. The impacts and effectiveness of fiscal incentives to R&D. **Nesta Working Paper**, n. 12-01, United Kingdom, UK, 2012.
- KONDRATIEV, N. D. **The world economy and its conjunctures during and after the war**. Moscow: International Kondratiev Foundation, 2004 [1922].
- KONDRATIEV, N. D. The long waves in economic life. **Review** (Fernand Braudel Center), v. 2, n. 4, p. 519-562, 1979 [1926a].
- KONDRATIEV, N. D. La dynamique des prix des produits industriels et agricoles. In: FONTVIELLE, L. **Les grands cycles de la conjoncture**. Paris: Economica, p. 377-492, 1992 [1928].
- KONDRATIEV, N. D. Long cycles of economic conjuncture. In: MAKASHEVA, N.; SAMUELS, W.; BARNETT, V. **The works of Nikolai D. Kondratiev**. London: Pickering and Chato, p. 25-60, 1998 [1926b].
- KORRES, G.; LIONAKI, I.; POLICHRONOPOULOS, G. The role of technical change and diffusion in the Schumpeterian lines. In: BACKHAUS, J. (ed.). **Joseph Alois Schumpeter: the european heritage in economics and the social sciences**. v. 1. Boston, MA, 2003.

KOSTER, F.; LAMBOOIJ, M. S. Managing innovations: a study of the implementation of electronic medical records in Dutch hospitals. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 15, n. 1, 2018 [2017].

KOSTOFF, R. N.; MURDAY, J. S.; LAU, C. G. Y.; TOLLES, W. M. The seminal literature of nanotechnology research. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 8, n. 2, p. 193-213, 2006.

KRAFFT, J.; QUATRARO, F.; SAVIOTTI, P. P. The dynamics of knowledge-intensive sectors' knowledge base: evidence from biotechnology and telecommunications. **Industry & Innovation**, v. 21, n. 3, p. 215-242, 2014.

KRAGH, H. S. **An introduction to the historiography of science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

KREPS, D. M. **Game theory and economic modelling**. Oxford: Clarendon Press, 1990.

KRUGMAN, P. R. **Geography and trade**. Boston: MIT press, 1991.

KRUGMAN, P. R. **The self organizing economy**. Cambridge, USA: Blackwell Publishers, 1996.

KRUGMAN, P. R. A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income. **The Journal of Political Economy**, v. 87, n. 2, p. 253-266, abr. 1979.

KRUSS, G. Knowledge-based development: the contribution of university-firm interaction in South Africa. **Globelics International Conference**, v. 7, Dakar, Senegal, 2009.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

KUHN, T. S. **A tensão essencial**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1996 [1962].

KUMAR, N. Technology generation and transfers in the world economy: recent trends and prospects for developing countries. In: KUMAR, N.; DUNNING J.; LIPSEY, R. E.; URATA, S. (eds.). **Globalization, foreign direct investment and technology transfers**. London; New York: Routledge, 1998. Cap. 2, p. 11-42.

KUPFER, D; AVELLAR, A. P. Innovation and cooperation: evidences from the Brazilian Innovation Survey. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. **Anais**. ANPEC, Foz do Iguaçu, PR, 2009.

KUPFER, D. Dez anos de política industrial. **Valor econômico**, v. 8, n. 7, 2013.

KUPFER, D. Padrões de concorrência e competitividade. In: XIX ENCONTRO ANUAL. **Anais**. ANPEC, Campos do Jordão, SP, 1992.

LACH, S. Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel. **Journal of Industrial Economics**, v. 50, p. 369-390, 2002.

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programmes: philosophical papers**. New York:

Press Syndicate of the University of Cambridge, 1978.

LALL, S. **Building industrial competitiveness in developing countries**. Paris: OECD, 1990.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.

LALL, S. Multinational and technology development in host countries. In: LALL, S. (ed.). **Transnational corporation and economic development**. v. 3. London; New York: Routledge, 1993 [1985]. Cap. 9, p. 237-250. (United Nations library on transnational corporation).

LALL, S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In: KIM, L.; NELSON, R. (orgs.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005. p. 25-99.

LALOUX, F. **Reinventando as organizações**. Belo Horizonte: Voo, 2017.

LAM, A. Embedded firms, embedded knowledge: problems of collaboration and knowledge transfer in global cooperative ventures. **Organization Studies**, v. 18, n. 6, p. 973-996, 1997.

LAM, A. Organizational innovation. In: FAGERBERG, J. *et al.* (org.). **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 115-147.

LANDES, D. S. **Prometeu desacorrentado: transformações tecnológicas e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, de 1750 até os dias de hoje**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

LANE, P. J.; LUBATKIN, M. Relative absorptive capacity and interorganizational learning. **Strategic Management Journal**, v. 19, p. 461-477, 1998.

LANJOUW, J. O.; MODY, A. Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology. **Research Policy**, v. 25, p. 549-571, 1996.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. Sistemas de inovação e desenvolvimento: mitos e realidades da economia do conhecimento global. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005. Cap. 1, p. 17-50.

LASTRES, H. M. M. *et al.* Globalização e inovação localizada. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (ed.). **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul**. Brasília: IBICT, 1999.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L. Systems of innovation for development in the knowledge era. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Systems of innovation and development: evidence from Brazil**. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2003.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; PEIXOTO, F.; GUIMARÃES, V. Convergências e complementaridades da corrente neo-schumpeteriana com o pensamento estruturalista de Celso Furtado. In: SABOIA, J.; CARVALHO, F. C. **Celso Furtado e o século XXI**. Barueri, SP: Manole; Rio de Janeiro:

Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. Cap. 9.

LATOUB, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Unesp, 2000.

LATOUB, B.; WOGLAR, S. **A vida em laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LATTIMORE, R. Research and development fiscal incentives in australia: impacts and policy lessons. *In*: CONFERENCE POLICY EVALUATION IN INNOVATION AND TECHNOLOGY. **Science and technology policy division**. Paris: OECD, 1997. Cap. 7.

LAURSEN, K.; REICHSTEIN, T.; SALTER, A. Exploring the effect of geographical proximity and university quality on university-industry collaboration in the United Kingdom. **Regional Studies**, v. 45, n. 4, p. 507-523, 2011.

LAURSEN, K.; SALTER, A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. **Strategic Management Journal**, v. 27, n. 2, p. 131-150, 2006.

LAWSON, T. **Economics and reality**. London: Routledge, 1997.

LAWSON, T. On criticizing the practices of economists: a case for interventionist methodology. *In*: SALANTI, A.; SCREPANTI, E. (ed.). **Pluralism in economics**: new perspectives in history and methodology. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997. p. 13-36.

LAZONICK, W. The theory of innovative enterprise: methodology, ideology, and institutions. *In*: MOUDUD, J. K.; BINA, C.; P. K. (eds.). **Alternative theories of competition**: challenges to the orthodoxy. London: Routledge, 2013. p.127-159.

LEBAS, C.; MOTHE, C.; NGUYEN-THI, T. U. The differentiated impacts of organizational innovation practices on technological innovation persistence. **European Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 110-127, 2015. doi:10.1108/ejim-09-2012-0085

LEE, D.; LEMIEUX, T. Regression discontinuity designs in economics. **Journal of Economic Literature**, v. 48, p. 281-355, 2010.

LEE, K.; SZAPIRO, M.; MAO, Z. From global value chains (GVC) to innovation systems for local value chains and knowledge creation. **The European Journal of Development Research**, v. 30, n. 3, p. 424-441, 2018.

LEMA, R.; RABELLOTTI, R.; SAMPATH, P. G. Innovation trajectories in developing countries: co-evolution of Global Value Chains and innovation systems. **The European Journal of Development Research**, v. 30, n. 3, p. 345-363, 2018.

LEMO, C. Inovação na era do conhecimento. *In*: LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. Cap. 5, p. 122-144.

LEMO, M.; DINIZ, C. C. Sistemas locais de inovação: o caso de Minas Gerais. *In*: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (eds.). **Globalização e inovação localizada**. Brasília: IBICT/MCT, 1999. p. 245-278.

LEONEL, S. **Mitos e verdades da indústria de venture capital**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

LEONTIEF, W. W. Domestic production and foreign trade: the american capital position re-examined. **Proceeding of the American Philosophical Society** 9, v. 7, p. 332-349, 1953.

LEONTIEF, W. W. Factor proportions and the structure of the american trade: further theoretical and empirical analysis. **Review of Economics and Statistics**, v. 38, p. 386-407, 1956.

LETA, J.; BRITO CRUZ, C. A Produção científica brasileira. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

LETEN, B.; BELDERBOS, R.; LOOY, B. V.; CASSIMAN, B.; FAEMS, D. **Co-ownership of intellectual property**: exploring the value appropriation and creation implications of co-patenting with different partners. Paper presented at the 35th DRUID Celebration Conference Barcelona, Spain, jun. 17-19, 2013.

LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R.; WINTER, S. Appropriating the returns from industrial R&D. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 3, p. 783-820, 1987.

LEVIN, S. G.; STEPHAN, P. E. Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists. **The American Economic Review**, v. 81, n. 1, p. 114-132, 1991.

LEWIS-KRAUS, G. The great A. I. awakening. **The New York Times**, 18 dec. 2016, Sunday Magazine, p. MM40. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html>

LEYDESDORFF, L.; MEYER, M. Triple helix indicators of knowledge-based innovation systems. **Research Policy**, v. 35, n. 10, p. 1-21, 2006.

LEYDEN, D. P.; LINK, A. N. Tax policies affecting R&D: an international comparison. **Technovation**, n. 13, p. 17-25, 1993.

LINDEN, G.; KRAEMER, K. L.; DEDRICK, J. Who captures value in a global innovation network? The case of Apple's iPod. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 3, p. 140-144, 2009.

LISSONI, F. Knowledge codification and the geography of innovation: the case of Brescia mechanical cluster. **Research Policy**, v. 30, n. 9, p. 1.479-1.500, 2001.

LISSONI, F. International migration and innovation diffusion: an eclectic survey. **Regional Studies**, v. 52, n. 5, p. 702-714, 4 maio 2018.

LISSONI, F.; METCALFE, J. S. Diffusion of innovation ancient and modern: a review of main themes. In: ROTHWELL, R.; DODGSON, M. (eds.). **Handbook of industrial innovation**. London: Routledge, 1993.

LIST, F. **Sistema nacional de economia política**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

LIU, X.; STEVEN W. Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. **Research Policy**, v. 30, n. 7, p. 1.091-1.114, 2001.

LOMBARDI, M. The evolution of local production systems: the emergence of the "invisible mind" and the

evolutionary pressures towards more visible “minds”. **Research Policy**, v. 32, n. 8, p. 1.443-1.462, set. 2003.

LÖÖF, H.; BROSTRÖM, A. Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness? **The Journal of Technology Transfer**, v. 33, p. 73-90, feb. 2008.

LÖÖF, H.; HESHMATI, A. Knowledge capital and performance: a new firm level innovation study. **International Journal of Production Economics**, v. 76, n. 1, p. 61-85, 2002.

LÖÖF, H.; HESHMATI, A. The impact of public funding on private R&D investment. new evidence from a firm level innovation study. **CESIS Electronic Working Paper Series**. The Royal Institute of Technology, mar. 2005. Disponível em: <http://www.infra.kth.se/cesis/documents/WP06.pdf>

LÓPEZ, A. **Las evaluaciones de programas públicos de apoyo al fomento y desarrollo de la tecnología y la innovación en el sector productivo em América Latina: una revisión crítica**. Nota Técnica, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Divisão Regional de Política, Rede de Inovação, Ciência e Tecnologia, 2009.

LÓPEZ, A.; LUGONES, G. Los sistemas locales en el escenario de la globalización. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (eds.). **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais do Mercosul**. Brasília: IBICT/MCT, 1999. Cap. 4, p. 72-108.

LOUÇÃ, F. Nikolai Kondratiev and the early consensus and discussions about history and statistics. **History of Political Economy**, v. 31, n. 1, p. 169-205, 1999.

LOUÇÃ, F. Long waves, the pulsation of modern capitalism. In: HANUSCH, H.; PYKA, A. **Elgar companion to neo-schumpeterian economics**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007. p. 766-774.

LOUREIRO, A. F. **Atores, interações e construção de papéis em um sistema de hélice triplíce regional**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Administração - Gestão para Inovação e Liderança) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2014.

LOWE, C. U. The triple helix: NIH, industry, and the academic world. **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 55, p. 239-246, 1982.

LUCAS. R. E. On the mechanisms of economic development. **Journal of Monetary Economics**, , North-Holland, v. 22, p. 3-42, 1988.

LUNA, F.; SÉRVULO, M.; GONÇALVES, A. Financiamento à inovação. In: DE NEGRI, J.; KUBOTA, L. (eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

LUNDVALL, B.-Å. **Product innovation and user-producer interaction**. Aalborg, Aalborg University Press, 1985.

LUNDVALL, B.-Å. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R. R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter, 1988. p. 349-369.

LUNDVALL, B.-Å. (ed.). **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

LUNDEVALL, B.-Å. The social dimension of the learning economy. **DRUID Working Paper**, n. 96-1, apr. 1996. Disponível em: <http://www.druid.dk>.

LUNDEVALL, B.-Å. **The university in the learning economy**. DRUID Texto para Discussão 02-06, 2002.

LUNDEVALL, B.-Å. **Higher education, innovation and economic development**. Artigo apresentado no World Bank's Regional Bank Conference on Development Economics. Pequim, 16-17 jan. 2007a. (mimeo)

LUNDEVALL, B.-Å. Innovation system research: where it came from and where it might go. **Globelics Working Paper Series**, n. 2007-01. Aalborg: The Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building System (Globelics), Saratov, Russia, 49 p. 2007b.

LUNDEVALL, B.-Å. National innovation systems: analytical concept and development tool. **Industry and Innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007c.

LUNDEVALL, B.-Å. Post script: innovation system research where it came from and where it might go. In: LUNDEVALL, B.-Å. (ed.). **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. 2. ed. London: Pinter Publishers, 2007d.

LUNDEVALL, B.-Å. **From economics of knowledge to the learning economy**. 5th International Ph.D. School on Innovation and Economic Development (Globelics Academy). Tampere 2008.

LUNDEVALL, B.-Å. Introduction. In: LUNDEVALL, B.-Å. (ed.). **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. New York: Anthem Press, 2010. p. 1-19.

LUNDEVALL, B.-Å. 13 one knowledge base or many knowledge pools? **Handbook of Knowledge and Economics**, p. 285, 2012.

LUNDEVALL, B.-Å.; JOHNSON, B. The learning economy. **Journal of Industry Studies**, v. 1, n. 2, p. 23-42, 1994.

LUNDEVALL, B.-Å.; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E.; DALUM, B. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy**, v. 31, 2002.

LUNDEVALL, B.-Å.; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, C.; VAN, J. **Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting**. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2009.

LUNDEVALL, B.-Å.; LEMA, R. J. R. **Combining the global value chain and the innovation system perspectives**. 11th Asialics International Conference, 2014.

LUNDEVALL, B.-Å.; LORENZ, E. Innovation and competence building in the learning economy: implications for innovation policy. In: ASHEIM, B. T.; PARRILLI, M. D. **Interactive learning for innovation**. London: Palgrave Macmillan, 2012. p. 33-71.

MADEUF, B. International technology transfers and international technology payments: definitions, measurement and firms' behavior. **Research Policy**, v. 13, p. 125-140, jun. 1984.

MAILLAT, D. From the industrial district to the innovative milieu: contribution to an analysis of territorialised productive organisations. **Recherches Economiques de Louvain**, v. 64, p. 111-129, 1998.

MAILLAT, D.; CREVOISIER, O.; LECOQ, B. Innovation networks and territorial dynamics; a tentative typology. In: JOHANSSON, B.; KARLSSON, C.; WESTIN, L. (eds). **Patterns of a network economy**. Springer-Verlag, 1994.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, v. 102, n. 413, p. 845-859, jul. 1992.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MALERBA, F. Sectoral systems and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p. 329-375, 2003.

MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation**: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe. Cambridge University Press, 2004.

MALERBA, F. Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005. p. 370-406.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 14, n. 1-2, p. 63-82, 2005.

MALERBA, F. Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2011. p. 380-406.

MALERBA, F.; MANI, S. (ed.). **Sectoral systems of innovation and production in developing countries**: actors, structure and evolution. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2009.

MALERBA, F.; NELSON, R. Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 6, p. 1.645-1.675, 2011.

MALERBA, F.; NELSON, R.; ORSENIGO, L.; WINTER, S. 'History-friendly' models of industry evolution: the computer industry. **Industrial and Corporate Change**, v. 8, p. 3-40, 1999.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. The dynamics and evolution of industries. **Industrial and Corporate Change**, v. 5, n. 1, p. 51-87, 1996.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, p. 83-117, 1997.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: toward a history-friendly model. **Industrial and Corporate Change**, v. 12, n. 4, p. 667-703, 2002.

MALERBA, F.; VONORTAS, N. (eds.). **Innovation networks in industries**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2009.

MALMBERG, A.; MASKELL, P. Towards an explanation of industry agglomeration and regional specialization. **European Planning Studies**, v. 5, n. 1, p. 25-41, 1997.

MANDEL, E. **O capitalismo tardio**. São Paulo: Abril Cultural, 1982 [1972].

MANI, G. S. Is there a general theory of biological evolution? *In*: SAVIOTTI, P. P.; METCALFE, J. S. Evolutionary theories of economic change: present status and future prospects. **Reading: Harwood Academic**, p. 31-57, 1991.

MANSFIELD, E. Technical change and the rate of imitation. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 29, n. 4, p. 741-766, 1961.

MANSFIELD, E.. International technology transfer: forms, resource requirements, and policies. **The American Economic Review**, v. 65, n. 2, p. 372-376, maio 1975.

MANSFIELD, E. Public policy toward industrial innovation: an international study of direct tax incentives for R&D. *In*: CLARK, K.; LORENZ, C. (eds.). **The Uneast Alliance**. Cambridge, MA: Harvard Press, 1985.

MANSFIELD, E. Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics, and financing. **The Review of Economics and Statistics**, v. 77, n. 1, p. 55-65, 1995.

MANSFIELD, E. Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings. **Research Policy**, v. 26, p. 773-776, 1998.

MANSFIELD, E.; LEE, J.-Y. The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support. **Research Policy**, v. 25, n. 7, p. 1.047-1.058, out. 1996.

MANSFIELD, E.; TEECE, D.; ROMEO, A. Overseas research and development by US-based firms. **Economica**, v. 46, n. 182, p. 187-196, maio 1979.

MARÉ, D. C.; FABLING, R.; STILLMAN, S. Innovation and the local workforce. **Papers in Regional Science**, v. 93, n. 1, p. 183-201, mar. 2014.

MARIN, A.; ARZA, V. From technology diffusion to international involvement: re-thinking the role of MNCs in innovation systems of developing countries. *In*: LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K.; CHAMINADE, C.; VAN, J. **Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting**. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2009.

MARQUIS, D. G. The anatomy of successful innovations. **Innovation**, v. 1, p. 28-37, 1969.

MARSHALL, A. Industry and trade. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 83, p. 292, 1920.

MARTIN, J. D.; SAYRAK, A. Corporate diversification and shareholder value: a survey of recent literature. **Journal of Corporate Finance**, v. 9, n. 1, p. 37-57, 2003.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. Path dependence and regional economic evolution. **Journal of economic geography**, v. 6, n. 4, p. 395-437, 2006.

- MARTIN, R.; SUNLEY, P. Complexity thinking and evolutionary economic geography. **Journal of Economic Geography**, v. 7, n. 5, p. 573-601, 13 jun. 2007.
- MARTIN, R.; SUNLEY, P. Conceptualizing cluster evolution: beyond the life cycle model? **Regional Studies**, v. 45, n. 10, p. 1.299-1.318, 2011.
- MARTIN, R.; SUNLEY, P. On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 1, p. 1-42, jan. 2015.
- MARTINELLI, A.; MEYER, M.; TUNZELMANN, N. V. Becoming an entrepreneurial university? A case study of knowledge exchange relationships and faculty attitudes in a medium-sized, research-oriented university. **Journal of Technology Transfer**, v. 33, p. 259-283, 2008.
- MARTINS, P. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. **Estudios Sociales**, v. 34, p. 295-311, 2009.
- MARX, K. **O capital**. v. I. São Paulo: Abril Cultural, 1984 [1867].
- MARX, K. **O capital**: crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital. 10. ed. São Paulo: DIFEL Difusão Editorial SA, 1985 [1890].
- MARX, K.; ENGELS, F. **O manifesto comunista**. São Paulo: Boitempo, 1998 [1848].
- MASCARINI, S.; GARCIA, R.; ROSELINO, J. E. Analysis of the effect of territorial factors on regional innovation in the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 2, p. 183-200, 2019.
- MASKELL, P. Towards a knowledge-based theory of the geographical cluster. **Industrial and corporate change**, v. 10, n. 4, p. 921-943, 2001.
- MASON, M. Foreign direct investment and Japanese economy. In: DUNNING, J. (ed.). **Transnational corporations: a historical perspective**. London; New York: Routledge, 1994. Cap. 16, p. 387-399. (United Library on Transnational Corporations, v. 2).
- MATOS, M. P.; BRITTO, J. Innovation, preservation and sustainability in cultural activities: an exploratory analysis based on the Local Innovative and Productive Systems framework. In: 9th GLOBELICS CONFERENCE, **Anais**. Buenos Aires, Argentina, 2011.
- MATTES, J. Dimensions of proximity and knowledge bases: innovation between spatial and non-spatial factors. **Regional Studies**, v. 46, n. 8, p. 1.085-1.099, 2012.
- MAZZUCATO, M. Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. **Industrial and Corporate Change**, v. 22, n. 4, p. 851-867, 2013.
- MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. São Paulo: Portfolio; Penguin, 2014.
- MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial**

and **Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803-815, 2018.

McAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. **Machine, plataforma, crowd: harnessing our digital future**. New York: W. W. Norton & Company, Inc., 2017.

McCABE, D. The swings and roundabouts of innovating for quality in UK financial services. **The Service Industries Journal**, v. 20, n. 4, p. 1-20, 2000.

McCLOSKEY, D. **The rhetoric of economics**. Madison: Univ. of Wisconsin Press, 1998 [1985].

McDANIEL, B. A. A survey on entrepreneurship and innovation. **The Social Science Journal**, v. 37, n. 2, p. 277-284, 2000.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (MGI). **A future that works: automation, employment and productivity**. Brussels; San Francisco; Shanghai: McKinsey Global Institute, 2017.

MEADOWS, D. H. **Thinking in systems: a primer**. London: Earthscan, 2008.

MELO, L. O **financiamento da inovação industrial**. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

MELO, L. M.; RAPINI, M. S. Innovation, finance and funding in the national system of innovation: the brazilian case. In: KAHN, M.; MELO, L. M.; MATOS, M. G. P. (org.). **Financing innovation**. New Delhi: Routledge, 2013. p. 21-77.

MELO, T. M.; FUCIDJI, J. R.; POSSAS, M. L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, p. 11-36, 2015.

MELO, T. M.; POSSAS, M.; DWECK, E. Inovações de produto e seus impactos sobre a distribuição setorial funcional da renda. (Apresentação de trabalho no Encontro Nacional da ANPEC), 2012.

MENSCH, G. **Das technologische patt: innovationen uberwinden die depression**. Frankfurt: Umschau Verlag, 1975.

MENZEL, M. P.; FORNAHL, D. Cluster life cycles-dimensions and rationales of cluster evolution. **Industrial and Corporate Change**, v. 19, n. 1, p. 205-238, 2009.

MERGES, R. P. **Intellectual property rights and Nelsonian Economics**. Draft Paper, 2000.

MERTON, R. K. Priorities in scientific discovery: a chapter in the sociology of science. **American Sociological Review**, v. 22, n. 6, p. 635-659, 1957.

MERTON, R. K. Behavior patterns of scientists. **Leonardo**, v. 3, n. 2, p. 2.130-2.220, 1970.

MERTON, R. K. **Ensaio de sociologia da ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013.

METCALFE, A. S. The corporate partners of higher education associations: a social network analysis. **Industry and Innovation**, v. 13, n. 4, p. 459-479, dez. 2006.

- METCALFE, J. S. Impulse and diffusion in the study of technical change. **Futures**, v. 13, p. 347-359, 1981.
- METCALFE, J. S. Equilibrium and evolutionary foundations of competition and technology policy: new perspectives on the division of labour and the innovation process. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 1, jan.-jun. 2003.
- MEUER, J.; RUIPETTA, C.; BACKES-GELLNER, U. Layers of co-existing innovation systems. **Research Policy**, v. 44, p. 888-910, 2015.
- MIGUÉLEZ, E.; MORENO, R. Knowledge flows and the absorptive capacity of regions. **Research Policy**, v. 44, n. 4, p. 833-848, 2015.
- MIGUÉLEZ, E.; MORENO, R. Research networks and inventors' mobility as drivers of innovation: evidence from europe. **Regional Studies**, v. 47, n. 10, p. 1.668-1.685, nov. 2013.
- MILLER, D.; FRIESEN, P. H. Strategy-making and environment: the third link. **Strategic Management Journal**, v. 4, n. 3, p. 221-235, 1983.
- MILLER, J. H.; PAGE, S. E. **Complex adaptative systems**: an introduction to computational models of social life. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2007.
- MILLER, T. The rise of the intergenerational state: aging and development. In: LEE, R.; MASON, A. **Population aging and the generational economy**. Cheltenham/Ottawa: Edward Elgar/IDRC, 2011. p. 161-184.
- MINEIRO, A. A. C.; SOUZA, D. L.; VIEIRA, K. C.; CASTRO, C. C.; BRITO, M. J. Da hélice triplíce a quintupla: uma revisão sistemática. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 18, n. 51, p. 77-93, set./dez. 2018.
- MIROWSKI, P. **More heat than light**: economics as social physics, physics as nature's economics. Cambridge, UK: Cambridge U. P., 1989.
- MITCHELL, M. **An introduction to genetic algorithms**. Cambridge, MA: MIT Press 1998.
- MOKYR, J. **The lever of riches**: technological creativity and economic progress. Oxford: Oxford University Press, 1990.
- MOKYR, J. **The gifts of Athena**: historical origins of the knowledge economy. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- MOKYR, J. The next age of invention: technology's future is brighter than pessimists allow. **City Journal**. Winter, p. 12-20, 2014.
- MOL, M. J.; BIRKINSHAW, J. Relating management innovation to product and process innovation: private rents versus public gains. In: PITSIS, T.; SIMPSON, A.; DEHLIN, E. (eds.) **Handbook of organizational and managerial innovation**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2013. p. 13-35.
- MOLINA-DOMENE, M. A.; PIETROBELLI, C. Drivers of technological capabilities in developing countries: an econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 23, p. 504-515, 2012.

MORGAN K. The learning region: institutions, innovation and regional renewal. **Regional Studies**, v. 31, p. 491-503, 1997.

MORRIS, M. H.; KOCAK, A.; ÖZER, A. Coopetition as a small business strategy: implications for performance. **Journal of Small Business Strategy**, v. 18, n. 1, p. 35-55, 2007.

MORRISON, A. Gatekeepers of knowledge within industrial districts: who they are, how they interact. **Regional Studies**, v. 42, n. 6, p. 817-835, 2008.

MOTOHASHI, K. Multinationals' R&D in China and India. **Global Business Strategy. Springer Texts in Business and Economics**, Springer, Tokyo, 2015.

MOTOHASHI, K.; YUN, X. China's innovation system reform and growing industry and science linkages. **Research Policy**, v. 36, n. 8, p. 1.251-1.260, 2007.

MOURA, B. A. Interfaces entre modos 1 e 2 de produção de conhecimento e o modelo da tripla hélice: considerações sobre a reconfiguração da pesquisa na universidade americana no século XX. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, Editora ETFPR, n. 12, 2011. Disponível em: http://files.dirppg.ct.ut-fpr.edu.br/ppgte/revistatecnologiaesociedade/sumario_12.htm.

MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; MARTIN, B. R. Technology policy and global warning: why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). **Research Policy**, v. 39, n. 8, p. 1.011-1.023, 2010.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Technology and the pursuit of economic growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. *In*: FAGERBERG, J.;

MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford handbook of innovation**. USA: Oxford University Press, 2005. p. 209-39.

MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N.; ZIEDONIS, A. A. The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act of 1980. **Research Policy**, v. 30, p. 99-119, 2001.

MOWERY, D. C.; OXLEY, J. E.; SILVERMAN, B. S. Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. **Strategic Management Journal**, v. 17, p. 77-91, 1996.

MUCHIE, M. Evolutionary economic theory and the national innovation system framework on the problems of transformation of African agrarian economic structure. *In*: 5th GLOBELICS CONFERENCE, **Anais...** Saratov, Russia, 2007.

MUDAMBI, R.; NAVARRA, P. Is knowledge power? Knowledge flows, subsidiary power and rent-seeking within MNCs. **Journal of International Business Studies**, v. 35, n. 5, p. 385-406, jul. 2004.

MUSCIO, A. University-industry linkages: what are the determinants of distance in collaborations? **Papers in Regional Science**, v. 92, n. 4, p. 715-739, 2013.

MYERS, S. C.; MAJLUF, N. S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. **Journal of Financial Economics**, v. 13, n. 2, p. 187-221, jun. 1984.

MYRDAL, G. **Value in social theory**: a selection of essays on methodology. London: Routledge; Keegan Paul, 1958.

MYRDAL, G. **Asian drama**; an inquiry into the poverty of nations. London: Penguin Books, 1968.

MYTELKA, L. K. A role for innovation networking in the other two-thirds. **Futures**, jul./aug., 1993.

MYTELKA, L. K.; FARINELLI, F. From local clusters to innovation systems. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Systems of innovation and development**: evidence from Brazil. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2003.

MYTELKA, L. K.; SMITH, K. Policy learning and innovation theory: an interactive and co-evolving process. **Research Policy**, Elsevier, v. 31, p. 8-9, p. 1.467-1.479, dec. 2002.

NAÇÕES UNIDAS. **United Nations framework convention on climate change** 1992. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015.

NAÇÕES UNIDAS. **Informações sobre o Protocolo de Kyoto**. 2014. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. Acesso em: 10 jul. 2014.

NAÇÕES UNIDAS. **Adoção do Acordo de Paris**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2019.

NAKAMURA, L. Intangibles: what put the new in the new economy? **Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review**, jul./ago., 1999.

NARIN *et. al.* The increase linkage between U.S. technology and public science. **Research Policy**, v. 26, p. 317-330, 1997.

NARULA, R.; DUNNING, J. H. Multinational enterprises, development and globalization: some clarifications and a research agenda. **Oxford Development Studies**, v. 38, n. 3, p. 263-287, 2010.

NARULA, R.; ZANFEL, A. Globalization of innovation: the role of multinational enterprises. In: NELSON, R.; MOWERY, D.; FAGERBERG, J. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005. Cap. 12, p. 318-345.

NASBETH, L.; RAY, F. (eds.). **The diffusion of new industrial processes**: an international study. Cambridge: Cambridge University Press, 1974.

NASSIF, A.; BRESSER-PEREIRA, L. C.; FEIJÓ, C. The case for reindustrialisation in developing countries: towards the connection between the macroeconomic regime and the industrial policy in Brazil. **Cambridge Journal of Economics**, v. 42, n. 2, p. 355-381, 2017.

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS OF CHINA (NBEC). **Statistical yearbook**. Statistics on R&D activities and patents of industrial enterprises above designated size by registration status (2012).

Table 20-46, 2013.

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS OF CHINA (NBEC). **Statistical yearbook**. Statistics on R&D activities and patents of industrial enterprises above designated size by registration status (2016). Table 20-5, 2017.

NEFFKE, F.; HENNING, M.; BOSCHMA, R. How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. **Economic Geography**, v. 87, n. 3, p. 237-265, jul. 2011.

NELSON, R. R. The economics of invention: a survey of the literature. **Journal of Business**, v. 32, n. 2, p. 101-127, 1959a.

NELSON, R. R. The simple economics of basic scientific research. **Journal of Political Economy**, v. 67, n. 3, p. 297-306, 1959b.

NELSON, R. R. Introduction. *In*: GROVES, H. M. (orgs.). **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors**. Princeton: Princeton University Press, 1962a. p. 1-16.

NELSON, R. R. The link between science and invention: the case of the transistor. *In*: GROVES, H. M. (orgs.). **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors**. Princeton: Princeton University Press, 1962b. p. 549-584.

NELSON, R. R. The role of knowledge in R&D efficiency. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 97, n. 3, p. 453-470, 1982.

NELSON, R. R. What is private and what is public about technology. **Science, Technology & Human Values**, v. 14, n. 3, p. 229-241, 1989.

NELSON, R. R. Why do firms differ, and how does it matter? **Journal of Strategic Management**, v. 12, p. 61-74, 1991. doi: 10.1002/smj.4250121006

NELSON, R. R. National innovation systems: a retrospective on a study. **Industrial and Corporate Change**, v. 1, n. 2, p. 347-374, 1992.

NELSON, R. R. (ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. New York; Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R. Recent evolutionary theorizing about economic change. **Journal of Economic Literature**, v. XXXIII, p. 48-90, 1995.

NELSON, R. R. The market economy, and the scientific commons. **Research Policy**, v. 33, p. 455-471, 2004.

NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora Unicamp, 2006a [1996].

NELSON, R. R. Reflections on “The simple economics of basic scientific research”: looking back and looking forward. **Industrial and Corporate Change**, v. 15, n. 6, p. 903-917, 2006b.

NELSON, R. R. Sistemas nacionais de inovação: retrospecto de um estudo. *In*: NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006c.

NELSON, R. R. What enables rapid economic progress: what are the needed institutions? **Research**

Policy, v. 37, n. 1, p. 1-11, 2008. doi:10.1016/j.respol.2007.10.008

NELSON, R. R. Why Schumpeter has had so little influence on today's main line economics, and why this may be changing. **Journal of Evolutionary Economy**, v. 22, p. 901-916, 2012.

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

NELSON, R. R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005 [1982].

NELSON, R. R. The sources of economic growth. Cambridge, MA: **Harvard University Press**, 1996.

NESTA. **Innovation toolkit**. Science and innovation network. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/innovationpolicycollab_innovationpolicytoolkit.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

NIETO, M. J.; SANTAMARÍA, L. Technological collaboration: bridging the innovation gap between small and large firms. **Journal of Small Business Management**, v. 48, n. 1, p. 44-69, 2010.

NIKOLAI, C.; MADEY, G. Tools of the trade: a survey of various agent based modeling platforms. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 12, n. 2, p. 2, 2009. Disponível em: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/2/2.html>. Acesso em: 10 set. 2015.

NIOSI, J.; BELLON, B. The global interdependence of national innovation systems: evidence, limits, and implications. **Technology in Society**, v. 16, n. 2, p. 173-197, 1994.

NIOSI, J. National systems of innovations are "x-efficient" (and x-effective): why some are slow learners. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 291-302, 2002.

NOBLE, D. F. **America by design: science, technology, and the rise of corporate capitalism**. New York: Oxford University Press, 1979.

NOOTEBOOM, B. Innovation and diffusion in small firms: theory and evidence. **Small Business Economics**, v. 6, n. 5, p. 327-347, 1994.

NOOTEBOOM, B. Learning by interaction: absorptive capacity, cognitive distance and governance. **Journal of Management and Governance**, n. 1.988, p. 69-92, 2000.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

NOSENKO, N. **A extinção dos tecnossauros: história de tecnologias que não emplacaram**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

O'SULLIVAN, M. Finance and Innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2006.

OCASIO, W. Towards an attention-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. Summer Special Issue, 1997.

ODAGIRI, H.; GOTO, A.; SUNAMI, A.; NELSON, R. (eds.). **Intellectual property rights, development, and catch up**: an international comparative study. Oxford: Oxford University Press, 2010.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The OECD observer**: technical change and economic policy. Paris, 1980.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Proposed standard method of compiling and interpreting Technology Balance of Payments data TBP Manual - 1990**. Paris: OECD, 1990a. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/proposed-standard-method-of-compiling-and-interpreting-technology-balance-of-payments-data_9789264065567-en. Acesso em: 5 nov. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Technology balance of payments manual**. Paris: OECD, 1990b.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data - Oslo Manual**. Paris: OECD, 1992.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The measurement of scientific and technological activities**: manual on the measurement of human resources devoted to S&T - Canberra Manual. Paris, OECD, 1995. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measurement-of-scientific-and-technological-activities_9789264065581-en#page1. Acesso em: 5 nov. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The knowledge-based economy**. Paris: OECD, 1996.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Measuring intangible investment**: intangible investment in the statistical frameworks for the collection and comparison of science and technology statistics. Paris: OECD, 1998. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/ind/1943349.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Frascati Manual**: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. 6. ed. Paris: OECD, 2002.
ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Science, technology and industry scoreboard - 2003 Edition**. Paris: OECD Publishing, 2003.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. 3. ed. Paris: OECD Publishing, 2005a. (Família Frascati - Manual de Oslo).

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Manual de Oslo**. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2005b.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre a África do Sul. OECD Publishing 2008a.

Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2008-39-en. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre a China. OECD Publishing 2008b. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/china>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre a França. OECD Publishing 2008c. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2008-11-en. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre a Itália. OECD Publishing 2008d. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2008-17-en. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre a Rússia. OECD Publishing 2008e. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/russia>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre o Brasil. OECD Publishing 2008f. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/brazil>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008**: Informações sobre o Canadá. OECD Publishing 2008g. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2008-7-en. Acesso em: 10 jul. 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Patent statistics manual**. Paris, 2009. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentstatisticsmanual.htm>. Acesso em: 10 nov. 2019.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Main science and technology indicators**. Paris: OECD Publishing, 2010a.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Measuring innovation: a new perspective**. Paris: OECD Publishing, 2010b.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Demand-side innovation policies**. Paris: OECD Publishing, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264098886-en>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Frascati Manual - 2015**: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. Paris: OECD Publications Service, 2015.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Science, technology and industry Outlook 2016**. Paris: OECD Publishing, 2016. doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Oslo Manual**:

guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4. ed. Paris: OECD/Eurostat, 2018. doi.org/10.1787/9789264304604-en

OLIVEIRA, V. P.; GARCIA, R.; BACIC, M. J. Fatores direcionadores da cooperação de pequenas e médias empresas com a universidade: evidências a partir de quatro estudos de caso. **Revista Econômica**, v. 20, n. 2, 2018.

OLTRA, V. Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics. **DIME Working Papers on Environmental Innovation**, 2008.

ORSENIGO, L. History-friendly models of industrial evolution. In: HANUSCH, H.; PYKA, A. (eds.). **Elgar companion to neo-schumpeterian economics**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007.

ØSTERGAARD, C. R.; PARK, E. What makes clusters decline? A study on disruption and evolution of a high-tech cluster in Denmark. **Regional Studies**, v. 49, n. 5, p. 834-849, 2015.

OUCHI, W.G. Markets, bureaucracies and clans. **Administrative Science Quarterly**, v. 25, p.129-141, mar. 1980.

ÖZÇELİK, E.; TAYMAZ, E. R&D support programs in developing countries: the Turkish experience. **Research Policy**, v. 37, p. 258-275, 2008.

PACHECO, C. A. **As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002)**. Santiago: Cepal, 2003.

PACHECO, C. A.; ALMEIDA, J. G. **A política de inovação**. Texto para Discussão, v. 210, 2013.

PACI, R.; MARROCU, E.; USAI, S. The complementary effects of proximity dimensions on knowledge spillovers. **Spatial Economic Analysis**, v. 9, n. 1, p. 9-30, 2014.

PAPACONSTANTINO, G; POLT, W. Policy evaluation in innovation and technology: an overview. In: CONFERENCE POLICY EVALUATION IN INNOVATION AND TECHNOLOGY. **Science and technology policy division**, OCDE, Paris: 1997.

PARANHOS, J. **Interação entre empresas e instituições de ciência e tecnologia: o caso do sistema farmacêutico de inovação brasileiro**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

PARR, R. L. **Royalty rates for licensing intellectual property**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

PARRILLI, M. D.; GARCIA, R. Industrial districts in Latin America: the role of local learning for endogenous development. In: BELLANDI, M.; BECATTINI, G.; DE PROPIS, L. (eds.). **A handbook of industrial districts**. London: Edward Elgar Publishing, 2009.

PATEL, P.; PAVITT, K. The continuing, widespread (and neglected) importance of improvements in mechanical technologies. **Research Policy**, v. 23, p. 533-545, 1994a.

PATEL, P.; PAVITT, K. Uneven (and divergent) technological accumulation among advanced countries: evidence and a framework of explanation. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 3, 1994b.

PATEL, P.; PAVITT, K. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. *In*: STONEMAN, P. **Handbook of the economics of innovation and technological change**. Oxford; Cambridge: Blackwell Publishers, 1995. Cap. 2, p. 14-51.

PATEL, P.; PAVITT, K. National systems of innovation under strain: the internationalisation of corporate R&D. *In*: BARRELL, R.; MASON, G.; O'MAHONY, M. (eds.). **Productivity, innovation, and economic performance**. New York: Cambridge University Press, 2000. p. 217-235.

PAULA, J. A. Determinismo e indeterminismo na obra de Marx. **Revista brasileira de economia**, v. 48, n. 2, p. 189-202, 1994.

PAULA, J. A.; CERQUEIRA, H. E. A. G; ALBUQUERQUE, E. M. Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neo-schumpeteriana e a teoria do capital. *In*: **Vi Encontro Nacional de Economia Política. Anais**. São Paulo, Sep, 2001.

PAULA, L. F. **Sistema financeiro, bancos e financiamento da economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, p. 343-373, 1984.

PAVITT, K. Uses and abuses of patent statistics. *In*: RAAN, A. V. (ed.). **Handbook of quantitative studies of science and technology**. Amsterdã: Elsevier, 1988.

PAVITT, K. What makes basic research economically useful? **Research Policy**, v. 20, p. 109-119, 1991.

PAVITT, K. Key characteristics of large innovation firms. *In*: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. (eds.). **The handbook of industrial innovation**. Aldershot: Edward Elgar, 1994.

PAVITT, K. Technologies, products and organization in the innovating firm: what Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't. **Industrial and Corporate Change**, v. 7, n. 3, p. 433-452, set. 1998.

PAVITT, K. Technology transfer among the industrially advanced countries: an overview. *In*: ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. **International technology transfer: concepts, measures and comparisons**. New York; London: Praeger Publishers, 1985. Cap.1, p. 3-23.

PEARCE, R. The evolution of technology in multinational enterprises: the role of creative subsidiaries. **International Business Review**, v. 8, n. 2, p. 125-147, abr. 1999.

PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

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

PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**, Oxford: Basil Blackwell, 1962.

PENROSE, E. **A teoria do crescimento da firma**. Campinas: Editora Unicamp, 2006 [1959].

PEREIRA, M. C. **Competição schumpeteriana e consumidores organizados em rede: uma análise do mercado brasileiro de acesso à internet**. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2015.

PERES, W. (coord.) **Políticas de competitividad industrial en América Latina y el Caribe en los años noventa**. Siglo XXI Editores, México, 1997.

PEREZ, C. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social system. **Futures**, v. 15, n. 5, p. 357-375, 1983.

PEREZ, C. Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries, **World Development**, v. 21, n. 3, 1985.

PEREZ, C. New technologies and development. In: FREEMAN C.; LUNDVALL, B.-Å. (eds.). **Small countries facing the technological revolution**. London: Pinter Publishers, 1988.

PEREZ, C. **Technical change, competitive restructuring and institutional reform in developing countries**. World Bank discussion paper, 1989.

PEREZ, C. Cambio tecnológico. **Revista de La Cepal**, v. 75, p. 115, 2001.

PEREZ, C. **Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden ages**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2003.

PEREZ, C. Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. In: REINET, E. (ed). **Globalization, economic development and inequality: an alternative perspective**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2004. p. 217-242.

PEREZ, C. Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales. **Revista de la Cepal**, v. 100, p. 123-146, 2010a.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010b.

PEREZ, C. Innovation systems and policy for development in a changing world. In: FAGERBERG, J.; MARTIN, B. R.; ANDERSEN, E. S. (eds.). **Innovation studies: evolution and future challenges**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

PEREZ, C. A green and socially equitable direction for the ICT Paradigm. The global network for economics of learning, innovation and competence. **Globelics Working Paper Series**, n. 2014-01.

PEREZ, C.; SOETE, L. Catching up in technology: entry in barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic theory**. London; New York: Pinter Publishers, 1988. p. 458-479.

PETERAF, M. A. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. **Strategic Management Journal**, v. 14, p. 179-191, 1993.

PETRELLA, G. **Sistemi finanziari e finanziamento delle imprese innovative: profili teorici ed evidenze empiriche dall'Europa**. Quaderni REF, n. 4, 2001.

PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. Global value chains meet innovation systems: are there learning opportunities for developing countries? **World Development**, v. 39, n. 7, p. 1.261-1.269, 2011.

PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. The global dimension of innovation systems: linking innovation systems and global value chains, *In*: LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, C.; VAN, J. (eds.).

LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K.; CHAMINADE, C.; VAN, J. **Handbook of innovation systems and developing countries**: building domestic capabilities in a global setting. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2009. Cap. 8, p. 214-238.

PINHEIRO, A; TIGRE, P. Proposta de investigação sobre o uso de software no suporte à inovação em serviços. **Revista de Administração de Empresas**, v. 55, n. 5, p. 578-592, 2015.

PINHO, M. A visão das empresas sobre as relações entre universidade e empresa no Brasil: uma análise baseada nas categorias de intensidade tecnológica. **Revista de Economia**, v. 37, n. esp., p. 279-306, 2011.

PITSIS, T.; SIMPSON, A.; DEHLIN, E. **Handbook of organizational and managerial innovation**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2013.

PITTAWAY, L.; ROBERTSON, M.; MUNIR, K.; DENYER, D.; NEELY, A. Networking and innovation: a systematic review of the evidence. **International Journal of Management Reviews**, v. 5-6, n. 3-4, p. 137-168, 2004.

POLANYI, M. The republic of science: its political and economic theory. **Minerva**, v. 1, n. 1, p. 54-73, 1962.

POLANYI, M. **The tacit dimension**. Chicago: University of Chicago Press, 1966.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2013 [1933].

PORTER, M. E. Clusters and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 6, 1998.

PORTER, M. E. O que é estratégia. **Harvard Business Review**, nov.-dez. 1999 [1996].

PORTER, M. E.; LINDE, C. Toward a new conception of the environment: competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

POSNER, M. V. International trade and technical papers. **Oxford Economic Papers**, v. 13, p. 323-341, 1961.

POSSAS, M. L. **Estruturas de mercado em oligopólio**. São Paulo: Hucitec, 1985.

POSSAS, M. L.; KOBLITZ, A.; LICHA, A.; OREIRO, J. L.; DWECK, E. Um modelo evolucionário setorial. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 3, Rio de Janeiro jul./set. 2001.

POSSAS, S. Conhecimento e atividade econômica. **Economia e Sociedade**, Campinas, 8, p. 85-100, jun. 1997.

POUWELS, I.; KOSTER, F. Inter-organizational cooperation and organizational innovativeness. A comparative study. **International Journal of Innovation Science**, v. 9, n. 2, p. 184-204, 2017. <https://doi.org/10.1108/IJIS-01-2017-0003>

PÓVOA, L. M. C. A universidade deve patentear suas invenções? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 9,

n. 2, p. 231-256, 2010.

PÓVOA, L. M. C.; MONSUETO, S. E. Tamanho das empresas, interação com universidades e inovação. **Revista de Economia**, v. 37, n. esp., p. 9-24, 2011.

POWER, D.; MALMBERG, A. The contribution of universities to innovation and economic development: in what sense a regional problem? **Cambridge Journal of Regions. Economy and Society**, v. 1, p. 233-245, 2008.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, p. 3-15, maio/jun., 1990.

PREBISCH, R. Problemas teóricos e práticos do crescimento econômico. In: BIELSCHOWSKY, R. (ed.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio de Janeiro: Record, 2000 [1949].

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Entre o tempo e a eternidade**. Lisboa: Gradiva, 1990 [1988].

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Brasília: Editora UnB, 1997 [1984].

PYKA, A.; SCHARNHORST, A. (eds.). **Innovation networks new approaches in modelling and analyzing**. Berlin: Heidelberg, 2009.

PYKE, F.; LUND-THOMSEN, P. Social upgrading in developing country industrial clusters: a reflection on the literature. **Competition & Change**, v. 20, n. 1, p. 53-68, 28 fev. 2016.

QUEIROZ, S. Aprendizado tecnológico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (orgs.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec; Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.

RABELLOTTI, R. Is there an “industrial district model”? Footwear districts in Italy and Mexico compared. **World Development**, v. 23, n. 1, p. 29-41, 1995.

RABELLOTTI, R.; CARABELLI, A.; HIRSCH, G. Italian industrial districts on the move: where are they going? **European Planning Studies**, v. 17, n. 1, p. 19-41, jan. 2009.

RAUEN, A. **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: IPEA, 2017.

RAVALLION, M. The mystery of the vanishing benefits: an introduction to impact evaluation. **The World Bank Economic Review**, v. 15, p. 115-140, 2005.

RAYNOLDS, M.; BRAMLEY, M.; BOUSTIE, S. **Competitiveness and greenhouse gas reduction policies: a Canadian NGO perspective**. nov. 2002. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/cc/2484475.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015.

RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA/ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS/PROGRAMA CYTED (RICYT/OEA/CYTED). **Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe**. Bogotá: RICYT/OEA/CYTED, 2001.

REINERT, E. The role of technology in the creation of rich and poor nations: underdevelopment in a Schumpeterian system. *In: ALDCROFT, D.; ROSS, C. (eds.). Rich nations: poor nations. The long run perspective.* Aldershot: Edward Elgar, 1996.

REINERT, E.; REINERT, S. Innovation systems of the past: modern nations - states in a historical perspective: the role of innovation and of systemic effects in economic thought. *In: GLOBELICS CONFERENCE, Anais.* Rio de Janeiro, 2003.

RIBEIRO, L. C.; DEUS, L. G.; LOUREIRO, P. M.; ALBUQUERQUE, E. M. Profits and fractal properties: notes on Marx. Countertendencies and Simulation Models. **Review of Political Economy**, v. 29, p. 282-306, 2017a.

RIBEIRO, L. C.; DEUS, L. G.; LOUREIRO, P. M.; ALBUQUERQUE, E. A network model for the complex behavior of the rate of profit: exploring a simulation model with overlapping technological revolutions. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 43, p. 51-61, 2017b.

RIBEIRO, L.; KRUSS, G.; BRITTO, G.; BERNARDES, A.; ALBUQUERQUE, E. A methodology for unveiling global innovation networks: patent citations as clues to cross border knowledge flows. **Scientometrics**, v. 101, n. 1, p. 61-83, 2014.

RIBEIRO, L. C.; RAPINI, M. S.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. Growth patterns of the network of international collaboration in science. **Scientometrics**, v. 114, p. 159-179, 2018.

RIBEIRO, L. C.; SILVA, L. A.; RAPINI, M. A.; BRITTO, G.; ALBUQUERQUE, E. M. Mapping international knowledge flows: three dimensions for a framework to evaluate transnational cooperation in research. *In: International Conference the Transformation of Research in the South: policies and outcomes*, Paris, 21 and 22 January 2016.

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

RICKNE, A. **New technology-based firms and industrial dynamics: evidence from the technological systems of biomaterials in Sweden, Ohio and Massachusetts.** Gothenburg, Sweden: Department of Industrial Dynamics; Chalmers University of Technology, 2000.

RIFKIN, J. **The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy and the world.** New York: St. Martin's Griffin, 2011.

RING, P. S.; VAN DE VEN, A. Developmental processes of cooperative interorganizational relationships. **Academy of Management Review**, v. 19, p. 90-118, 1994.

RIORDAN, M.; HODDESON, L.; HERRING, C. The invention of the transistor. **Reviews of Modern Physics**, v. 71, n. 2, p. 336-345, 1999.

RITALA, P.; HURMELINNA-LAUKKANEN, P. Incremental and radical innovation in coepetition. The role of absorptive capacity and appropriability. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, p. 154-169, 2013.

ROBERTS, E. B. **Entrepreneurs in high technology: lessons from MIT and beyond.** New York: Oxford

University Press, 1991.

ROCHA, F. Qual o efeito do apoio governamental à inovação sobre o gasto empresarial em P&D? Evidências do Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, p. 37-60, 2015.

ROCHA, G.; RAUEN, A. **Mais desoneração, mais inovação?** Uma avaliação da recente estratégia brasileira de intensificação dos incentivos fiscais à pesquisa e desenvolvimento. IPEA. TD n. 2.393, 2018.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, 2009.

ROCO, M. C.; BAINBRIDGE, W. S. Societal implications of nanoscience and nanotechnology. **Nanoscale Science, Engineering, and Technology (NSET) Workshop Report**. Arlington, VA: National Science and Technology Council (NSTC), 2001.

RODRÍGUEZ, O. Prebisch: actualidad de sus ideas básicas. **Revista de la Cepal**, v. 75, p. 41-52, 2001.

RODRÍGUEZ, O. **O estruturalismo latino-americano**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2009.

RODRÍGUEZ-POSE, A. Economists as geographers and geographers as something else: on the changing conception of distance in geography and economics. **Journal of Economic Geography**, v. 11, n. 2, p. 347-356, 2011.

RODRÍK, D. **Industrial policy for the twenty-first century**. Cambridge, MA: Harvard University; John F. Kennedy School of Government, 2004.

RODRÍK, D. Industrial development: some stylized facts and policy directions. **Industrial development for the 21st century: Sustainable development perspectives**, p. 7-28, 2007.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 3. ed. New York: The Free Press, 1983 [1962].

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, p. 5-2, 1990.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: a ciência nos séculos XIX e XX**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987a.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: da Renascença à Revolução Científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987b.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987c.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: Oriente, Roma e Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987d.

ROSA, A. C.; TEIXEIRA, A. L. S.; RUFFONI, J.; RAPINI, M. S. Capacidade de absorção e canais de interação universidade-empresa: uma análise empírica para empresas no Rio Grande do Sul. *In: XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Curitiba, 2015.

ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, n. 70, p. 41-55, 1983.

ROSENBERG, N. Karl Marx on the economic role of science. **Journal of Political Economy**, v. 82, n.

4, p. 713-728, 1974a.

ROSENBERG, N. Science, invention and economic growth. **The Economic Journal**, v. 84, n. 333, p. 90-108, 1974b.

ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. New York; London; Melbourne: Cambridge University Press, 1976.

ROSENBERG, N. Marx as a student of technology. *In*: ROSENBERG, N. **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982 [1976]. p. 34-51.

ROSENBERG, N. Why do firms do basic (with their own mon money)? **Research Policy**, v. 19, n. 2, p. 165-174, 1990.

ROSENBERG, N. Uncertainty and technical change. *In*: LANDAU, R.; TAYLOR, T.; WRIGHT, G. **The mosaic of economic growth**. Stanford: Stanford University, 1996. p. 334-356.

ROSENBERG, N. Chemical engineering as a general purpose technology. *In*: HELPMAN, E. **General purpose technologies and economic growth**. Cambridge, MA; London: The MIT Press, 1998. p. 167-192.

ROSENBERG, N. **Schumpeter and the endogeneity of technology: some American perspectives**. London: Routledge, 2000.

ROSENBERG, N. Endogeneity in twentieth-century science and technology. *In*: ROSENBERG, N. (orgs.). **Schumpeter and the endogeneity of technology**. New York: Routledge, 2000. Cap. 2, p. 18-35.
ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006 [1982].

ROSENBERG, N. Quão exógena é a ciência? *In*: ROSENBERG, N. (orgs.). **Por dentro da caixa preta**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006 [1982]. Cap. 7, p. 215-241.

ROSENBERG, N. The role of electricity in industrial development. *In*: ROSENBERG, N. **Studies on science and the innovation process: selected works by Nathan Rosenberg**. New Jersey/London: World Scientific, 2010 [1998]. p. 137-151.

ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. Long waves and economic growth: a critical appraisal. **American Economic Review**, v. 73, n. 2, p. 146-151, 1983.

ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. **International Technology Transfer: concepts, measures and comparisons**. New York; London: Praeger Publishers, 1985.

ROSENBERG, N.; NELSON, R. American universities and technical advance in industry. **Research Policy**, v. 23, 1994.

ROSENBERG, N.; TRAJTENBERG, M. A general purpose technology at work: the Corliss steam engine in the late-nineteenth-century United States. 2004. *In*: ROSENBERG, N. **Studies on science and the innovation process: selected works by Nathan Rosenberg**. New Jersey; London: World Scientific, 2010. p. 97-136.

ROSSATO, R. **Universidade: nove séculos de história**. Passo Fundo, RS: Editora da Universidade de Passo Fundo (EDUPF), 1998.

ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Bauru, SP: Edusc, 2001.

ROSTOW, W. W. Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: trend periods revisited. **The Journal of Economic History**, v. 35, n. 4, p. 719-753, 1975.

ROTHWELL, R. *et al.* SAPHO Updated - Project SAPHO Phase II. **Research Policy**, v. 3, n. 3, p. 258-291, 1974.

RUEGG, R.; FELLER, I. **A toolkit for evaluating public R&D investment: models, methods, and findings from ATP's first decade**. National Institute of Standards and Technology, Technology Administration; U.S. Department of Commerce, jul. 2003.

RUMELT, R. P. How much does industry matter? **Strategic Management Journal**, v. 12, n. 3, p. 167-185, mar. 1991.

RYFISCH, N. D. Multinational firms and the internationalization of green R&D: a review of the evidence and policy implications. Centre for international environmental studies. **Research paper**, n. 33, 2014.

SÁBATO, J; MACKENZIE, M. **La producción de tecnología: autónoma o transnacional**. México D.F.: Nueva Imagen, 1982.

SAGASTI, F. **Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del proyecto STPI**, Ottawa: IDRC, 1978.

SALANTI, A.; SCREPANTI, E. (ed.). **Pluralism in economics: new perspectives in history and methodology**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. Porto: Afrontamento, 1997 [1987].

SANTOS, E. C. C. **Fluxos internacionais de tecnologia e a divisão internacional do trabalho: uma abordagem evolucionária**. Tese (Doutorado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SAU, L. New pecking order financing for innovative firms: an overview. **Working Paper**, n. 02/2007, Torino: Università di Torino, 2007.

SAUVANT, K. P. The potential of multinational enterprise as vehicles for the transmission of business culture. In: SAUVANT, K. P.; LAVIPOUR, R. G. (eds.). **Controlling multinational enterprises: problems, strategies, counterstrategies**. New York: Campus, 1976.

SAVAGE, L. J. **The foundations of statistics**. New York, NY: Wiley, 1954.

SAVIOTTI, P. P. Crescimento da variedade: implicações políticas para os países em desenvolvimento. In: LASTRES, H. M.; CASSIOLATO J. E.; ARROIO A. (eds.). **Conhecimento, sistemas de inovação e**

desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; Contraponto, 2005. Cap. 8, p. 292-320.

SAVIOTTI, P. P.; METCALFE, S. Present developments and trends in evolutionary economics. *In*: SAVIOTTI, P. P.; METCALFE, S. (eds.). **Evolutionary theories of economic change**: present status and future prospects. Philadelphia: Harwood, 1991. Cap. 1, p. 1-30.

SAXENIAN, A. **Regional advantage**. Boston: Harvard University Press, 1996.

SAXENIAN, A. **Local and global networks of immigrant professionals in Silicon Valley**. Los Angeles: Public Policy Institute of California, 2002.

SAXENIAN, A.; HSU, J.-Y. The Silicon Valley - Hsinchu connection: technical communities and industrial upgrading. **Industrial and corporate change**, v. 10, n. 4, p. 893-920, 2001.

SCHAPIRO, M. G. **Ativismo estatal e industrialismo defensivo**: instrumentos e capacidades na política industrial brasileira. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.

SHELLING, T. **Micromotives and macrobehavior**. New York: W.W. Norton & Company, 1978.

SCHERMERHORN, J. R. Determinants of interorganizational cooperation. **Academy of Management Journal**, v. 18, n. 4, p. 846-856, 1975.

SCHIEDERIG, T.; TIETZE, F.; HERSTATT, C. Green innovation in technology and innovation management - an exploratory literature review. **R&D Management**, v. 42, n. 2, p. 180-192, 2012.

SCHILLING, M. Understanding the alliance data. **Strategic, Management Journal**, v. 30, n. 3, p. 233-260, mar. 2009.

SCHILLING, M. **Strategic management of technological innovation**. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019.

SCHMID, S.; SCHURIG, A.; KUTSCHKER, M. The MNC as a network: a closer look at intra-organizational flows, *In*: LUNDAN, S. (ed.). **Network knowledge in international business**. Cheltenham, UK; MA: Edward Elgar, 2002.

SCHMITZ, H. Small shoemakers and Fordist giants: tale of a supercluster. **World development**, v. 23, n. 1, p. 9-28, 1995.

SCHMITZ, H. Collective efficiency and increasing returns. **Cambridge Journal of Economics**, v. 23, p. 465-483, 1999.

SCHMOOKLER, J. The changing efficiency of the american economy, 1869-1938. **The Review of Economics and Statistics**, v. 34, n. 3, p. 214-231, 1952.

SCHMOOKLER, J. The level of inventive activity. **The Review of Economics and Statistics**, v. 36, n. 2, p. 183-190, 1954.

SCHMOOKLER, J. Inventors past and present. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3,

p. 321-333, 1957.

SCHMOOKLER, J. Technological change and economic theory. **The American Economic Review**, v. 55, n. 1/2, p. 333-341, 1965.

SCHMOOKLER, J. **Invention and economic growth**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

SCHUMPETER, J. A. The instability of capitalism. **The Economic Journal (Royal Economic Society)**, v. 38 n. 151, p. 361-386, 1928.

SCHUMPETER, J. A. **History of economic analysis**. New York: Oxford University Press, 1954.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico**. Coleção Os Economistas. São Paulo. Abril Cultural, 1982[1911; 1912; 1985].

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984 [1942].

SCHUMPETER, J. A. **Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process**. Philadelphia: Porcupine, 1989 [1939].

SCHUSTER, J. The scientific revolution. In: OLBY, R. C. **Companion to the history of modern science**. London: Routledge, 1990. p. 217-242.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Cologny; Geneva: World Economic Forum, 2016.

SCHWARTZMAN, S. **Ciência, universidade e ideologia: a política do conhecimento** [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein, 2008. Miséria da ideologia. ISBN 978-85-99662-50-2. Disponível em SciELO Books <http://books.scielo.org>.

SCHWARTZMAN, S. **A educação superior na América Latina e os desafios do século XXI**. Campinas: Editora da Unicamp, 2014.

SCOTT, J. **Social network analysis: a handbook**. London: Sage, 2007.

SCUR, G.; GARCIA, R. Elementos para a análise das formas de geração e difusão de conhecimento em âmbito local e da importância da proximidade geográfica. **Ensaio FEE**, v. 36, n. 3, p. 569-592, 2015.

SCUR, G.; GARCIA, R. The impact of actors, networks and institutions in the cluster's evolution. **Competitiveness Review**, v. 29, n. 3, p. 267-286, 20 maio 2019.

SEGURA, O. Sustainable systems of innovation: the forest sector in Central America. **SUDESCA Research**, Aalborg University Press, Aalborg, Denmark, n. 24, 2000.

SEN, A. **Development as freedom**. New York: Anchor Books, 1999a.

SEN, A. **Sobre ética e economia**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999b [1987].

SERRA, A. **Breve trattato delle cause che possono far abbondare li regni d'oro e argento dove non sono miniere**. Naples: Lazzaro Scoriggio, 1613.

SFORZI, F.; BOIX, R. What about industrial district (s) in regional science? **Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research**, n. 32, p. 61-73, 2015.

SHAFARDDIN, M. What did Frederick List actually say? Some clarifications on the infant industry argument. **UNCTAD Discussion Papers**, n. 149, 2000.

SHAPIRA, P.; YOUTIE, J.; KAY, L. National innovation systems and the globalization of nanotechnology innovation. **Journal of Technology Transfer**, v. 36, n. 6, p. 587-604, 2011.

SHARIF, N. **History and development of the national innovation systems (NIS) conceptual approach**. Copenhagen, DK: DRUID Tenth Anniversary Summer Conference on Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems, 2005.

SHARIF, N. Emergence and development of the national innovation systems concept. **Research Policy**, v. 35, n. 5, p. 745-766, 2006.

SIEGEL, I. Scientific discovery and the rate of invention. *In*: GROVES, H. M. (orgs.). **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors**. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 441-458.

SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. **The Economic Journal**, v. 98, n. 393, p. 1.032-1.054, 1988.

SIMÕES, R. *et al.* A geografia da inovação: uma metodologia de regionalização das informações de gastos em P&D no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n. 1, p. 157-185, 2005.

SIMON, H. A. A behavioral model of rational choice. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.

SIMON, H. A. **Administrative behavior**: a study of decision-making processes in administrative organization. 3. ed. New York: Free Press, 1976.

SIMON, H. A. From substantive to procedural rationality. *In*: LATSIS, S. J. (ed.). **Method and appraisal in economics**. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1976. p. 129-148.

SIMON, H.A. **Models of my life**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996 [1991].

SINGER, H. The distribution of gains between investing and borrowing countries. **American Economic Review**, 1950.

SINGER, H.; COOPER, C.; DESAI, R. C.; FREEMAN, C.; GISH, O., HALL, S.; OLDHAM, G. The Sussex manifesto: science and technology for developing countries during the second development decade. **IDS Reprints**, Brighton, Institute of Development Studies, n. 101, 1970.

SINGH, J. Distributed R&D, cross-regional knowledge integration and quality of innovative output. **Research Policy**, v. 37, n. 1, p. 77-96, 2008.

SMITH, A. **Essays on philosophical subjects**. Ed. W. R D. Wightman; Liberty Fund.: Indianapolis, 1982.

SMITH, J.; TODD, P. Does matching overcome Lalonde's critique of nonexperimental estimators? **CIBC Working Paper Series**, n. 3, Canadá, 2003.

SOETE, L.; MIOZZO, M. Trade and development in services: a technological perspective. **Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology**, 1989.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, p. 6594, 1956.

SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, v. 39, p. 312-320, 1957.

SOLTMAN, C.; STUCKI, T.; WOERTER, M. The performance effect of environmental innovations. **KOF Working Papers**, n. 330, 2013.

STALLIVIERI, F.; BRITTO, J. Aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas na indústria brasileira: uma análise exploratória com base na PINTEC. **Anais. XXXVIII o Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, Salvador, 2011.

STAM, E.; WENBERG, K. The roles of R&D in new firm growth. **Small Business Economics**, v. 33, n. 1, p. 77-89, 1 jun. 2009.

STEPHAN, P. E. The economics of science. **Journal of Economic Literature**, v. 34, n. 3, p. 1.199-1.235, 1996.

STEPHAN, P. E.; LEVIN, S. G. Property rights and entrepreneurship in science. **Small Business Economics**, v. 8, p. 177-188, 1996.

STIGLITZ, J. E. Knowledge as a global public good. *In*: KAUL, I.; GRUNBERG, I.; STERN, M. (eds.). **Global public goods**. New York: Oxford University Press, 1999. p. 308-325.

STIGLITZ, J. E.; LIN, J. Y.; MONGA, C. **The rejuvenation of industrial policy**. The World Bank, 2013.

STOKES, D. E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005 [1997].

STONEMAN, P. **The economic analysis of technological change**. New York: Oxford University Press, 1983.

STORPER, M. **The regional world: territorial development in a global economy**. New York: Guilford Press, 1997.

STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: Face-to-face contact and the urban economy. **Journal of Economic Geography**, v. 4, n. 4, p. 351-370, 2004.

STUDART, R. The stages of financial development, financial liberalization and growth in developing countries: in tribute to Victoria Chick. *In*: ARESTIS, P.; DESAI, M.; DOW, S. (eds.). **Money, macroeconomics and Keynes: essays in honour of Victoria Chick**. v.1, London: Routledge, 2002.

STUDART, R. **Investment finance in economic development**. London: Routledge, 1995.

STURGEON, T. J. How globalization drives institutional diversity: the Japanese electronics industry's response to value chain modularity. **Journal of East Asian Studies**, v. 7, n. 1, p. 1-34, 2007.

SUBIRATS, J. **Análisis de políticas públicas y eficacia de la administración**. Madrid: Ministerio para las Administraciones Públicas, 1994.

SULEJ, J. C.; STEWART, V.; KEOGH, W. Taking risk in joint ventures: whose throw of the dice? **Strategic Change**, v. 10, p. 285-295, 2001.

SUPRINYAK, C. E. Torricelli, energia a vapor e o sentido tecnológico da Revolução Científica. **Revista de Economia Política**, v. 29, n. 2, p. 302-318, 2009.

SUTTON, J. **Technology and market structure: theory and history**. Cambridge, MA; London, UK: The MIT Press, 2001.

SUZIGAN, W. Experiência histórica de política industrial no Brasil. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 16, n. 1, 1996.

SUZIGAN, W. Elementos essenciais da política industrial. ALBUQUERQUE, E. **Metamorfoses do capitalismo e processos de catch up**. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

SUZIGAN W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. (org). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

SUZIGAN, W. *et al.* Clusters ou sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. **Revista de Economia Política**, v. 24, n. 96, p. 543-562, 2004.

SUZIGAN, W. *et al.* **A dimensão regional das atividades de CT&I no Estado de São Paulo**. Indicadores de Ciência Tecnologia e Inovação em São Paulo, 2005.

SUZIGAN, W. *et al.* Inovação e conhecimento: indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo. **Revista de Economia Contemporânea**, p. 323-356, 2006.

SUZIGAN, W. *et al.* University and industry linkages in Brazil: some preliminary and descriptive results. **Seoul Journal of Economics**, v. 22, n. 4, p. 591-611, 2009.

SUZIGAN, W.; FERNANDES, S. C. Competitividade sistêmica: a contribuição de Fernando Fajnzylber. **História Econômica & História de Empresas**, VII.2, p. 165-187, 2004.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 26, p. 2, 2006.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e políticas industriais e tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 7-41, 2010.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R. Policymaking for local production systems in Brazil. In: SCOTT, A.; GAROFOLI, G. (eds.). **Development on the ground**. London: Routledge, 2007. p. 253-277.

SWEDBERG, R. Joseph A. Schumpeter and the tradition of economic sociology, **Journal of Institutional and Theoretical Economics**, v. 145, p. 508-524, 1991.

SZAPIRO, M. H. S. **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, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SZAPIRO, M. H. S.; VARGAS, M. A.; CASSIOLATO, J. E. Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: uma análise exploratória. **Revista Espacios**, v. 37, n. 5, 2016.

TALEB, N. N. **A lógica do cisne negro**. Rio de Janeiro: Best Seller, 2009.

TASSEY, G. Methods for assessing the economic impacts of government R&D. **Planning Report**, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Technology Administration, n. 03-1, 2003.

TAVARES, M. C. Auge e declínio do processo de substituição de importações no Brasil. In: TAVARES, M. C. **Da substituição de importações ao capitalismo financeiro**: ensaios sobre economia brasileira. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

TAVARES, M. C. O subdesenvolvimento da periferia Latino-Americana: o caso do Brasil no começo do séc. XXI. In: **Seminário em Homenagem ao Centenário de Raúl Prebisch**, Rio de Janeiro, UFRJ, 2001.

TAVASSOLI, S.; KARLSSON, C. Persistence of various types of innovation analyzed and explained. **Research Policy**, v. 44, n. 10, p. 1.887-1.901. doi:10.1016/j.respol.2015.06.001

TECHNOPOLIS GROUP; MIOIR. **Evaluation of innovation activities**: guidance on methods and practices. Study funded by the European Commission, Directorate for Regional Policy, 2012.

TEECE, D. J. Technology transfer by multinational firms: the resource cost of transferring technological know-how. **Economic Journal**, v. 87, n. 346, p. 242-261, jun. 1977.

TEECE, D. J. Profit from technological innovation: implication for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, n. 15, p. 285-305, 1986.

TEECE, D. J. Competition, cooperation and innovation: organizational arrangements for regimes of rapid technological progress. **Journal of Behavior and Organization**, n. 18, p. 1-25, 1992.

TEECE, D. J. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. **Journal of Economic Behavior & Organization**, Elsevier, v. 31, p. 193-224, 1996.

TEECE, D. J. As aptidões das empresas e o desenvolvimento econômico: implicações para as economias de industrialização recente. In: KIM, L.; NELSON, R. (orgs.). **Tecnologia, aprendizado e inovação**: as experiências das economias de industrialização recente. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2005. p. 147-178.

TEECE, D. J. Reflections on “profiting from innovation”. **Research Policy**, n. 35, p. 1.131-1.146, 2006.

TEECE, D. J. Technological innovation and the theory of the firm: the role of enterprise-level knowledge, complementarities, and (dynamic) capabilities. In: HALL, B. H.; ROSENBERG, N. (ed.). **Handbooks of the economics of innovation**. v. 1. New York: Elsevier, 2010. p. 680-707.

TEECE, D. J. The foundations of enterprise performance: dynamic and ordinary capabilities in an (economic) theory of firms. **The Academy of Management Perspectives**, v. 28, n. 4, p. 328-352, 2014.

TEECE, D. J. Towards a capability theory of (innovating) firms : implications for management and policy. **Cambridge Journal of Economics**, v. 41, p. 693-720, 2017.

TEECE, D.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 3, p. 537-556, 1994.

TEECE, D.; PISANO, G.; SCHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TEECE, D.; PISANO, G.; SCHUEN, A . Dynamic capabilities and strategic management. *In*: DOSI, G.; NELSON, R. R.; WINTER, S. G. (orgs.). **The nature and dynamics of organizational capabilities**. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 334-362.

TESTFASION, L.; JUDD, K. L. **Handbook of computational economics: agent-based computational economics**. v. 2. North-Holland: Oxford, 2006.

TETHER, B. S. Who co-operates for innovation, and why. An empirical analysis. **Research Policy**, v. 31, p. 947-967, 2002.

THE GLOBAL CLEANTECH INNOVATION INDEX (TGCII). **Nurturing tomorrow's transformative entrepreneurs**. Cleantech Group; WWF, 2014. Disponível em: <http://info.cleantech.com/CleantechIndex2014.html>. Acesso em: 11 jul. 2014.

THE ECONOMIST. **The third great wave**: a special report on world economy. oct., 4, 2014. Disponível em: <http://www.economist.com/specialreports/>.

THE ECONOMIST. **Special report on climate change**. nov. 2015. Disponível em: http://www.economist.com/sites/default/files/20151128_climate_change.pdf

THE ECONOMIST. **Data is given rise to a new economy**. may 2017. Disponível em: <http://www.economist.com/news/briefing/21721634-how-it-shaping-up-data-giving-rise-new-economy>

THE ECONOMIST. **Special report - Fixing the internet**. jun. 2018. Disponível em: <https://www.economist.com/special-report/2018/06/28/how-to-fix-what-has-gone-wrong-with-the-internet>

TIDD, J. Innovation management in context: environment, organization and performance. **International Journal of Management Review**, v. 3, n. 3, p. 169-183, 2001.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Managing innovation: integrating technological, market and organizational change**. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

TIGRE, P. B. Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n. 1, p. 187-223, jan.-jun. 2005.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: uma abordagem estratégica, organizacional e de gestão do conhecimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

- TIRONI, L. F. **Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais**. Brasília: Ipea, 2001.
- TOLENTINO, P. E. E. **Technological innovation and third world multinationals**. London; New York: Routledge, 1993.
- TOMAEL, M. I.; ALCARA, A. R.; DI CHIARA, I. G. Das redes sociais à inovação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n.2, p. 93-104, maio/ago. 2005.
- TOMLINSON, P. R.; FAI, F. M. The nature of SME co-operation and innovation: a multi-scalar and multi-dimensional analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 141, p. 316-326, 2013.
- TORRE, A. On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission. **Regional Studies**, v. 42, n. 6, p. 869-889, 2008.
- TORRE, A. Proximity relations at the heart of territorial development processes: from clusters, spatial conflicts and temporary geographical proximity to territorial governance. **Regional Development and Proximity Relations**, p. 94-134, 2014.
- TORRE, A.; RALLET, A. Proximity and localization. **Regional Studies**, v. 39, n. 1, p. 47-59, 2005.
- TORRE, A.; WALLET, F. **Regional development and proximity relations**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2014.
- TOUMEY, C. Apostolic succession. Does nanotechnology descend from Richard Feynman's 1959 talk? **Engineering & Science**, v. 68, n. 1, p. 16-23, 2005.
- TOUMEY, C. Nanotechnology outreach by an anthropologist. **Practicing Anthropology**, v. 28, n. 2, p. 28-30, 2006.
- TOUMEY, C. Expeditions to na-no-tech. **Anthropology Today**, v. 23, n. 1, p. 23-25, 2007.
- TOUMEY, C. Tracing and disputing the story of nanotechnology. In: HODGE, G. A.; BOWMAN, D. M. *et al.* (orgs.). **International handbook on regulating nanotechnologies**. Northampton: Edward Elgar, 2010. Cap. 3, p. 46-59.
- TRIPPL, M. Scientific mobility and knowledge transfer at the interregional and intraregional level. **Regional Studies**, v. 47, n. 10, p. 1.653-1.667, nov. 2013.
- TRIPPL, M. *et al.* Perspectives on cluster evolution: critical review and future research issues. **European Planning Studies**, v. 23, n. 10, p. 2.028-2.044, 3 out. 2015.
- TSAI, K. Collaborative networks and product innovation performance: toward a contingency perspective. **Research Policy**, v. 38, p. 765-778, 2009.
- TUNG, R. **The IEBM handbook of international business**. London: Thomson Learning, 2001.
- TUSHMAN, M.; NADLER, D. Organizando-se para a inovação. In: STARKEY, K. (org.). **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997. p. 166-189.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **World Investment Report 1999: foreign direct investment and the challenge of development**. New York;

Geneva: United Nations, 1999.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Transfer of technology**. New York; Geneva: United Nations, 2001.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **World Investment Report 2006**: FDI from developing and transition economies: implications for development. New York; Geneva: United Nations, 2006.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD) ITE/IIA. **Globalization of R&D and developing countries - Part IV**. Mimeo. New York; Geneva: United Nations, 2006.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Manual for the production of statistics on the information economy**. Revised Edition. New York: United Nations; Geneva, 2009.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **World Investment Report 2011**: non-equity modes of international production and development. New York; Geneva: United Nations, 2011.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **World Investment Report 2012**: towards a new generation of investment policies. New York; Geneva: United Nations, 2012.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Institute for statistics**. Table 25. Gross domestic Expenditures on R&D. Disponível em: <http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/tableView.aspx>. Acesso em: 6 abr. 2014.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **International Standard Classification of Education - ISCED 1976**. Paris: Unesco, 1976.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Manual for statistics on scientific and technological activities**. ST.84/WS/12. Paris, 1984.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Guide to measuring information and communication technologies (ICT) in education**. UIS/TD/09-04. Unesco Institute for Statistics, Montreal, 2009.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO). **Global value chains and industrial development**: lessons from China, East Asia and South Asia. UNIDO, 2018.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO). **Industrial development report 2020**. Industrializing in the digital age. Vienna, 2019.

URBANO, D.; GUERRERO, M. Entrepreneurial universities: socio-economic impacts of academic entrepreneurship. **Economic Development Quarterly**, v. XX, p. 1-16, 2013.

UYARRA, E. The impact of universities on regional innovation: a critique and policy implication. **Manchester Business School Working Paper**, n. 564, 2008.

VACCARO, I. G.; JANSEN, J. J. P.; BOSCH, F. A. J. V. D.; VOLBERDA, H. W. Management innovation

and leadership: the moderating role of organizational size. **Journal of Management Studies**, v. 49, n. 1, p. 28-51. doi:10.1111/j.1467-6486.2010.00976.x

VALE, M.; CALDEIRA, J. Proximity and knowledge governance in localized production systems: the footwear industry in the north region of Portugal. **European Planning Studies**, v. 15, n. 4, p. 531-548, 2007.

VALLANCE, P. Universities, public research, and evolutionary economic geography. **Economic Geography**, v. 92, n. 4, p. 355-377, 5 out. 2016.

VALLIM, R. B. **O financiamento à inovação nas empresas no contexto do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

VALOR ECONÔMICO. **Banco dos Brics é resposta à falta de reformas no FMI**. 2014.

Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/3612708/banco-dos-brics-e-resposta-falta-de-reformas-no-fmi-diz-mantega>. Acesso em: 16 jul. 2014.

VARGAS, L. A. **Learning in a niche development space**: the case of the clean energy cluster in Costa Rica. Druid's Summer Conference, Rebuild, Denmark, jun. 15-17, 2000.

VCCIRCLE. **India to head New Development Bank, BRICS\$ 100B alternative to World Bank, IMF**. 2014. Disponível em: <http://www.vccircle.com/news/economy/2014/07/16/india-head-new-development-bank-brics-100b-alternative-world-bank-imf>.

VEBLEN, T. Why is economics not an evolutionary science? **Quarterly Journal of Economics**, v. 12, 1898.

VEBLEN, T. **The place of science in modern civilization and other essays**. New Brunswick: Transaction Book, 1990.

VEIGA, J. E. A convergência entre regulacionismo e evolucionismo. **Revista de economia política**, v. 20, n. 2, n. 141-155, 2000.

VERNON, R. International investment and international trade in the product cycle. **The quarterly journal of economics**, v. 80, p. 190-207, 1966.

VEUGELERS, R. Internal R&D expenditures and external technology sourcing. **Research Policy**, v. 26, p. 303-315, 1997.

VILLAMIL-RAMIREZ, B. A.; GARCIA, R. D. C. Formas de proximidade entre empresas e universidades e a promoção do aprendizado interativo em aglomerações produtivas locais. **Revista Eletrônica Gestão e Saúde**, n. 2, p. 1.027-1.042, 2015.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. D. M. (orgs.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. p. 41-88.

VIOTTI, E. B. Brasil: de política de C&T para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. **Avaliação de políticas**, p. 137, 2008.

VOLBERDA, H. W.; BOSCH, F. A. J. V. D.; HEIJ, C. V. Management innovation: management as fertile

ground for innovation. **European Management Review**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2013. doi:10.1111/emre.12007

WADE, R. **Governing the market: economy theory and the role of government in East Asian industrialization**, Princeton: Princeton University, 1990.

WAGNER, J. Exports and productivity: a survey of the evidence from firm' level data. **The World Economy**, v. 30, n. 1, p. 60-82, 2007.

WALLSTEN, S. The effect of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the small business innovation research program. **Rand Journal of Economics**, v. 1, p. 82-100, 2000.

WANG, C. L.; AHMED, P. K. Dynamic capabilities: a review and research agenda. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 1, p. 31-51, 2007.

WATTS, D. J. **Small worlds: the dynamics of networks between order and randomness**. Princeton Studies in Complexity. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.

EBER, K. M.; HEMMELSKAMP, J. **Towards environmental innovation systems**. Berlin: Heidelberg, 2005.

WEINTRAUB, E. **Stabilizing dynamics: constructing economic knowledge**. Cambridge: Cambridge U. P., 1991.

WENDLER, E. **Friedrich list (1789-1846): a visionary economist with social responsibility**. New York: Heidelberg, 2014.

WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 5, p. 171-180, 1984.

WESTPHAL, L.; KIM, L.; DAHLMAN, C. Reflections on the republic of Korea's acquisition of Technological Capability. In: ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. **International technology transfer: concepts, measures and comparisons**. New York; London: Praeger Publishers, 1985. Cap. 6, p. 167-221.

WIBE, M. D.; NARULA, R. **Interactive learning in an innovation system: the case of Norwegian software companies**. MERIT - Infonomics Research Memorandum Series 2001-040. nov. 2001. Disponível em: <http://www.merit.unimaas.nl>.

WILKINS, M. **The emergence of multinational enterprise: american business abroad from the colonial to 1914**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1970.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism**. New York: The Free Press., 1985.

WILLIAMSON, O. E. Comparative economic organization: the analysis of discrete structural alternatives. **Administrative Science Quarterly**, v. 36, n. 2, p. 269-296, 1991.

WILLIAMSON, O. E. Transaction cost economics and organization theory. **Industry and Corporate Change**, v. 2, n. 2, Oxford University Press, 1993.

WINNER, L. **La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología**. Barcelona: Gedisa Editorial, 1987.

WINTER, S. G. Understanding dynamic capabilities. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 10 spec. iss., p. 991-995, 2003.

WINTER, S. G.; KANIOVSKY, Y. M.; DOSI, G. Modeling industrial dynamics with innovative entrants. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 11, n. 3, p. 255-293, 2000.

WINTER, S. Toward a neo-schumpeterian theory of the firm. **Industrial and Corporate Change**, v. 15, n. 1, p. 125-141, 2006.

WITT, U. Introduction. In: WITT, U. (ed.). **Evolutionary economics**. Aldershot: Edward Elgar, 1993. p. xiii-xxvii.

WITT, U. Evolutionary economics and evolutionary biology. In: **Developmental Systems, Competition, and Cooperation in Sociobiology and Economics**. Jena: Evolutionary Economics Unit; Max-Planck-Institute for Research into Economic Systems, 1996.

WYATT, I.; HECKER, D. Occupational changes during the 20th century. **Monthly Labor Review**, p. 35-57, mar. 2006.

WOLF, D. A. **Globalization, information and communication technologies and local and regional systems of innovation**. Department of Political Science University of Toronto, 2000.

WOLFE, R. A. Organizational innovation: review, critique and suggested research directions. **Journal of Management Studies**, v. 31, n. 3, p. 405-431, 1994. doi: 10.1111/j.1467-6486.1994.tb00624.x

WORLD BANK. **Informações sobre as mudanças climáticas**. 2013 Disponível em: <http://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/brief/montreal-protocol>. Acesso em: 19 jun. 2015.

WORLD BANK. **Digital dividends**. World Development Report 2016. Washington, DC: World Bank, 2016.

WORLD BANK. **Informações estatísticas sobre poluição**. Disponível em: <https://data.worldbank.org>. Acesso em: 28 jun. 2019a.

WORLD BANK. **The changing nature of work**. World Development Report 2019. Washington, DC: World Bank, 2019b.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future**. Oxford; New York: Oxford University Press, 1987.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **World Intellectual Property Indicators 2016**. Geneva: WIPO, 2016.

XIAO, J.; BOSCHMA, R.; ANDERSSON, M. Industrial diversification in europe: the differentiated role of relatedness. **Economic Geography**, v. 94, n. 5, p. 514-549, 20 out. 2018.

YOON, M.; LEE, K. Agent-based and “history-friendly” models for explaining industrial evolution. **Evolutionary and Institutional Economic Review**, v. 6, n. 1, p. 45-70, 2009.

ZAHRA, S. A.; GEORGE, G. Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. **Acade-**

my of Management Review, v. 27, n. 2, p. 185-203, 2002.

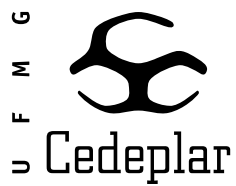
ZAJAC, E. J.; OLSEN, C. P. From transaction cost to transactional value analysis: Implications for the study of interorganizational strategies. **Journal of Management Studies**, v. 30, n. 1, p. 131-145, 1993.

ZANELLO, G.; FU, X.; MOHNEN, P.; VENTRESCA, M. The creation and diffusion of innovation in developing countries: a systematic literature review. **Journal of Economic Surveys**, John Wiley & Sons Ltd., UK. v. 30, n. 5, p. 884-912, 2016.

ZHANG, J. Growing Silicon Valley on a landscape: an agent-based approach to high-tech industrial clusters. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 13, p. 529-548, 2003.

ZHANG, F.; GALLAGHER, S. Innovation and technology transfer through global value chains: evidence from China's PV industry. **Energy Policy**, v. 94, jul. 2016.

ZUNIGA, P.; DE NEGRI, F.; DUTZ, M. A.; PILAT, D.; RAUEN, A. **Conditions for innovation in Brazil: a review of key issues and policy challenges**. Discussion paper, n. 218. Brasília; Rio de Janeiro: IPEA, 2016.



A presente obra preenche uma enorme lacuna na literatura especializada. Organizada por um grupo de professores do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Instituição que consolidou, ao longo das últimas décadas, um destacado grupo de especialistas em estudos sobre o papel da ciência, da tecnologia e da inovação nos processos de desenvolvimento. O presente livro reúne a contribuição de um grupo de pesquisadores brasileiros de diversas instituições, trabalhando em diferentes dimensões da temática ciência, tecnologia e inovação, de forma complementar e articulada. Os textos foram preparados de forma a organizar o pensamento da comunidade acadêmica, com aprofundamento das diferentes dimensões dessa relação nos 22 capítulos que compõem a obra.

Prof. Clélio Campolina Diniz
Professor Emérito da UFMG e Ex-Ministro
de Ciência, Tecnologia e Inovação

Este livro proporciona um referencial brasileiro de reflexão, compatível com a abrangência e a complexidade que o estudo da inovação requer no mundo contemporâneo. Concebido e organizado sob a liderança de um competente grupo de professores do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da UFMG e elaborado por muitos dos principais estudiosos do assunto no Brasil, não tenho dúvida em afirmar que nos campos analítico, interpretativo e propositivo, Economia da Ciência, Tecnologia Inovação é também um gol. Um golaço.

Prof. David Kupfer
Pesquisador Emérito do CNPq.

ISBN: 978-65-88208-12-0

