

Microeconomia evolucionária

Márcia Siqueira Rapini
Renato de Castro Garcia
Ana Lúcia Tatsch
Eduardo da Motta e Albuquerque

ORGANIZADORES

Microeconomia evolucionária

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
Renato de Castro Garcia
Ana Lúcia Tatsch
Eduardo da Motta e Albuquerque

ORGANIZADORES

Microeconomia evolucionária

Belo Horizonte
Cedeplar - UFMG

2026

UFMG**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Reitor Alessandro Fernandes Moreira

Vice Reitora Alamanda Kfoury Pereira

FACE

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Diretora Kely César Martins de Paiva

Vice Diretor Anderson Tadeu Marques Cavalcante

CEDEPLAR

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E
PLANEJAMENTO REGIONAL

Diretor Bernardo Palhares Campolina Diniz

Vice Diretor José Irineu Rangel Rigotti

COMITÊ EDITORIAL

Bernardo Lanza Queiroz

Gustavo de Britto Rocha

PROJETO EDITORIAL

Preparação e Revisão Maria do Carmo Leite

Projeto gráfico Douglas Pêgo (Goió Estúdio)

Diagramação Daniele Tondato (Goió Estúdio)

Infográficos Gabriela Andrade e Vinícius de Abreu (Goió Estúdio)

M626 Microeconomia evolucionária [recurso eletrônico] / Márcia Siqueira
2026 Rapini, Renato de Castro Garcia, Ana Lúcia Tatsch, Eduardo da
Motta e Albuquerque organizadores. - Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2026.
448 p. : il. gráfs. e tabs. - (População e economia)

ISBN: 9786588208366

Inclui bibliografias.

1. Economia. 2. Demanda (Teoria econômica). 3. Produção (Teoria econômica). 4. Microeconomia. 5. Organização industrial (Teoria econômica).
I. Rapini, Márcia Siqueira. II. Garcia, Renato de Castro. III. Tatsch, Ana Lúcia.
IV. Albuquerque, Eduardo da Motta e. V. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

CDD: 330

Elaborada por Isabella de Brito Alves CRB-6/3045
Biblioteca da FACE/UFMG - 104/2026



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

*Dedicamos este livro ao Professor Wilson Suzigan,
nosso Mestre e um dos pioneiros das discussões
relacionadas à economia evolucionária no país.*

Sumário

Introdução 23

*Márcia Siqueira Rapini
Renato de Castro Garcia
Ana Lúcia Tatsch
Eduardo da Motta e Albuquerque*

Capítulo 1

Microfundamentação 37

Tomás Lima Pimenta

Capítulo 2

Inovação 67

Renato de Castro Garcia

Capítulo 3

Capacidade de absorção da firma: elemento fundamental das revoluções tecnológicas 105

*André Luiz da Silva Teixeira
Janaina Ruffoni*

Capítulo 4

Financiamento da inovação 141

*Márcia Siqueira Rapini
Luiz Martins de Melo*

Capítulo 5

Racionalidade 169

Ana Paula Macedo de Avellar

Capítulo 6

Dados, informação e conhecimento 191

Jorge Nogueira de Paiva Britto

Capítulo 7

Demanda 235

Bruno Aguiar Carrara de Melo

Capítulo 8

Mercado 271

Bruno Aguiar Carrara de Melo

Capítulo 9

**Um olhar teórico e empírico sobre as
firmas e suas metamorfoses 313**

Ana Lúcia Tatsch

Capítulo 10

**A evolução estrutural da
indústria nos séculos XX e XXI 345**

Walter Tadahiro Shima

Ricardo Lobato Torres

Livia Maria dos Santos

Capítulo 11

Organizações e mercados 383

Eduardo da Motta e Albuquerque

Capítulo 12

**Sistemas complexos e
a economia evolucionária 409**

Leonardo Costa Ribeiro

Lista de tabelas

Capítulo 4

Tabela 1. Incerteza, inovação e financiamento 158

Capítulo 8

Tabela 1. Curtose de variações do preço do trigo
de Makridakis *et al.* (1997) 277

Capítulo 10

Tabela 1. Principais inovações e entradas/saídas
de firmas na indústria automobilística dos EUA 351

Lista de figuras

Capítulo 3

Figura 1. Configuração elementar bipartite
da capacidade de absorção 113

Capítulo 4

Figura 1. Difusão da revolução 147

Capítulo 7

Figura 1. Estrutura fractal 259

Capítulo 8

Figura 1. Preços e variações previstos pela Hipótese
do Mercado Eficiente (caminho aleatório e ruído branco,
respectivamente) e preços de ações da IBM de 1959 a 1996 274

Figura 2. Série de preços do trigo na Inglaterra
e suas variações de 1264 a 1996 276

Figura 3. Evolução do ajuste do espectro de amplitudes
em função potência em intervalos de 100 anos, considerando
períodos acima de quatro anos 278

Figura 4. Distribuição das amplitudes (espectros)
da transformada de Fourier 279

Figura 5. Expoentes de Hurst e de espectro
de potência de Fourier ($\beta = 2\alpha$) 281

Figura 6. Variância acumulada 283

Figura 7. Exemplos de redes de diferentes modelos 286

Figura 8. Estrutura fractal 288

Figura 9. Cadeia produtiva na Idade Moderna 291

Figura 10. Cadeia (rede) produtiva no Primeiro Regime Alimentar 293

Figura 11. Fases do mercado do trigo 297

Figura 1. A dinâmica das inovações de processo e produto na indústria 347

Figura 2. Sistema de inovação da computação nos primórdios da indústria 358

Lista de quadro

Capítulo 4

Quadro 1. Inovações financeiras 150

Capítulo 5

Quadro 1. Conceitos de racionalidade 172

Capítulo 6

Quadro 1. Dados, informações e conhecimentos:
dimensões econômicas fundamentais 206

Capítulo 10

Quadro 1. Síntese das principais características
das sucessivas ondas longas (Kondratieff) 346

Quadro 2. Características do modelo Ciclo de Vida da Indústria 346

Quadro 3. Os dois modelos schumpeterianos de inovação 348

Quadro 4. Atores precursores e dinâmica evolutiva
do sistema de inovação da computação nos EUA 359

Quadro 5. Evolução do processador - 1947- anos de 1960 362

Quadro 6. Evolução do processador - anos de 1970 - dias atuais 365

Quadro 7. Estrutura da indústria de microcomputadores
na segunda metade dos anos de 1970 366

Lista de boxes

Capítulo 2

- Box 1.** Inovação, tecnologia e conhecimento
em *Fragmentos sobre as máquinas* de Marx 71
- Box 2.** Destruição criativa e a dinâmica do capitalismo inovador 74
- Box 3.** *Lock-in* tecnológico e a persistência de trajetórias
intensivas em carbono 79
- Box 4.** Sistemas de inovação no Sul Global: interações
universidade-empresa e especificidades do desenvolvimento 85

Introdução

INTRODUÇÃO

Márcia Siqueira Rapini

Renato de Castro Garcia

Ana Lúcia Tatsch

Eduardo da Motta e Albuquerque

A microeconomia evolucionária parte da ideia de que agentes, firmas, mercados e indústrias não podem ser adequadamente compreendidos como unidades estáticas, homogêneas e plenamente racionais, mas como componentes de um sistema econômico em permanente transformação. Inovação, aprendizado, heterogeneidade, incerteza, instituições e trajetórias são elementos constitutivos da dinâmica capitalista e, por isso, devem ocupar posição central na construção dos fundamentos microeconômicos da teoria econômica.

Esta coletânea tem como objetivo contribuir para essa construção. Ao reunir capítulos dedicados a temas como inovação, imitação, financiamento, racionalidade, dados, informação, conhecimento, demanda, mercados, firmas, indústrias, organizações e sistemas complexos, a obra procura sistematizar uma agenda de microeconomia evolucionária capaz de dialogar tanto com a tradição neoschumpeteriana quanto com os desafios contemporâneos da economia capitalista.

Este livro – *Microeconomia evolucionária* – nasce de uma das redes de colaboração construídas no Brasil por pesquisadoras e pesquisadores envolvidos em atividades de ensino e investigação relacionadas à economia evolucionária. Seu crescimento e a consolidação podem ser identificados na trajetória da *Revista Brasileira de Inovação*, e da Associação Brasileira de Economia da Indústria e Inovação (ABEIN), que é a entidade organizadora do Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (ENEI), que se tornou um importante fórum de debate, articulação e circulação de pesquisas nessa área.

Os 12 capítulos desta publicação foram preparados para contribuir com o debate necessário ao avanço da teoria econômica em geral. Este livro dialoga com alguns importantes esforços anteriores de sistematização da economia industrial e da economia da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Entre eles, vale mencionar os trabalhos organizados por Kupfer e Hasenclever (2013) e por Rapini *et al.* (2021). Sua contribuição específica, em vez de tratar a inovação apenas como tema

aplicado ou como uma dimensão setorial da dinâmica econômica, está em deslocar o foco para os fundamentos microeconômicos da abordagem evolucionária.

1. MICROECONOMIA A PARTIR DAS ELABORAÇÕES NEO-SCHUMPETERIANAS

As raízes do surgimento e da elaboração inicial da abordagem neo-schumpeteriana em referência à teoria econômica dominante no final dos anos de 1970 e início dos anos de 1980 estão expostas nas partes 1 e 3 do agora clássico *Technical Change and Economic Theory* (Dosi *et al.*, 1988). Richard Nelson, um dos editores daquela obra, é um dos primeiros a lidar com questões explicitamente microeconômicas no livro escrito com Sidney Winter: *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Nelson; Winter, 1982). Nesse trabalho os autores argumentaram pela necessidade de uma elaboração evolucionária (1982, pp. 23-50) e apresentaram fundamentos teóricos para esse esforço (1982, pp. 51-136), referenciando a dinâmica inovativa (Schumpeter), a racionalidade (Simon) e as teorias da firma (Chandler, Williamson).

Em um balanço inicial dos avanços da abordagem evolucionária, Dosi (1997, p. 1.531) apresenta um denso sumário de verdadeiros “fundamentos microeconômicos para uma economia evolucionária”, com um conjunto de *building blocks* que vale relembrar aqui: 1) “dinâmica em primeiro lugar”; 2) necessidade de microfundamentação compatível com “o que os agentes fazem e por que o fazem”; 3) racionalidade limitada; 4) aprendizado e *path-dependence* definem heterogeneidade persistente; 5) inovação; 6) o papel dos mecanismos de seleção, mercantis e não mercantis; 7) fenômenos agregados explicados como propriedades emergentes – que seriam o “resultado coletivo de interações longe do equilíbrio e de aprendizagem heterogênea” (Dosi, 1997, p. 1.531).

Este último ponto, sintetizando elementos da dinâmica evolucionária, ressalta a necessidade de se pensar e pesquisar a economia contemporânea – economia capitalista moderna – como um sistema persistentemente fora-do-equilíbrio. Daí a necessidade de um diálogo com elaborações sobre sistemas complexos, indicada explicitamente pela referência a “propriedades emergentes”, tema caro àquela abordagem.

Essa referência de Dosi a sistemas complexos não é casual, mas derivada de um diálogo potencial entre expoentes da elaboração evolucionária e aqueles envolvidos nas discussões relacionadas à aplicação de sistemas complexos à economia, presentes no programa desenvolvido no Instituto Santa Fé (Anderson *et al.*, 1988; Fontana, 2010). O próprio Dosi esteve no conjunto de pesquisadores que em al-

gum momento se juntou aos esforços realizados no Instituto Santa Fé (Fontana, 2010, p. 180).

Esse diálogo potencial tem outras referências importantes, como a de Arrow (1988, pp. 280-281) ao mencionar a obra de Nelson e de pesquisadores europeus da inovação. Digna de nota também é a elaboração de Brian Arthur, que participa simultaneamente dos importantes momentos da economia evolucionária, expressa por Dosi *et al.* (1988) e da interpretação da economia como um sistema complexo evolucionário, documentado por Anderson *et al.* (1988). Dessa forma, os trabalhos de Arthur (1988a; 1988b) podem ser uma ponte entre os dois esforços, trabalhos que corporificam o potencial daquele diálogo no final dos anos de 1980.

Nosso livro, *Microeconomia evolucionária*, se enquadra nessa tradição, em especial pela constatação da existência de conceitos, derivados da física de sistemas complexos, cuja elaboração inicia-se em torno dos anos de 1950 (Goldenfeld; Kadanoff, 1999), que são compatíveis com a forma como uma economia capitalista funciona: sempre em mudança e fora-do-equilíbrio.

2. O ENCADEAMENTO DOS 12 CAPÍTULOS

Os sete pontos destacados por Dosi (1997), mencionados anteriormente, constituem o ponto de partida da organização do livro. Sua estrutura, no entanto, expande esse conjunto inicial de temas. Os 12 capítulos foram definidos coletivamente, preservando-se a autonomia das autoras e dos autores responsáveis por cada texto. Por essa razão, o livro também pode ser lido como uma coletânea de ensaios independentes.

Ao mesmo tempo, os capítulos foram organizados de modo a construir um encaadeamento teórico e analítico. Em conjunto, eles revisitam temas centrais para uma fundamentação microeconômica da economia evolucionária, partindo da discussão metodológica sobre microfundamentos, passando por inovação, imitação, financiamento, racionalidade, conhecimento, demanda, mercados, firmas, indústrias e organizações, chegando à discussão mais geral sobre sistemas complexos.

Uma investigação do significado metodológico de microfundamentação abre o livro com o Capítulo 1, buscando discutir o sentido mais geral do livro – há aqui um diálogo explícito com o segundo ponto do esquema de Dosi (1997). Além de um tratamento metodológico, o capítulo aborda a história do pensamento econômico, tratando de autores que são decisivos para a construção teórica evolucionária. A pergunta sobre o que seria “micro” na economia orienta a redação, enquanto constrói pontes entre a elaboração evolucionária e a abordagem de sistemas complexos.

O Capítulo 2 foca o tema da inovação, tão central na origem da abordagem teórica evolucionária, com fortes raízes na elaboração de Schumpeter. A percepção de uma economia em permanente mudança, portanto sempre fora-do-equilíbrio – descrita no processo de destruição criadora –, atribui ao tratamento teórico da inovação um papel central. Compreender as suas raízes para investigar a sistemática perturbação que impõe ao conjunto do sistema é um tema-chave. As inovações mais importantes estão por trás de revoluções tecnológicas que criam novas eras na dinâmica capitalista, como sugere o autor de *Business Cycles*. Dadas as raízes da dinâmica inovativa na lógica inerente ao sistema capitalista, ao associar o lucro ao retorno econômico de inovações bem-sucedidas, e dados os seus impactos sistêmicos, a discussão da inovação no Capítulo 2 apresenta bases teóricas que serão utilizadas em todos os capítulos seguintes.

O Capítulo 3 é um desdobramento da lógica schumpeteriana apresentada no livro *Teoria do desenvolvimento econômico*, ao dedicar uma cuidadosa investigação ao que seriam os elementos em torno dos processos de imitação, descritos como decisivos para a propagação de mudanças tecnológicas pela economia. Os estudos posteriores a Schumpeter, em especial a obra de Nathan Rosenberg, criticam a subestimação dos fatores necessários à imitação de inovações, estudos que culminam com a elaboração do conceito de capacidade de absorção, formulado por Cohen e por Levinthal, que orienta a discussão do Capítulo 3. Dessa forma, este livro contribui para o estudo da dinâmica inovativa ao elevar o *status* teórico das investigações dos mecanismos relacionados à difícil etapa da sua difusão – um processo derivado de intensos esforços.

O Capítulo 4, como o anterior, também deriva da lógica apresentada na *Teoria do desenvolvimento econômico* ao tratar da necessidade de financiamento para a viabilização da inovação. Como o capítulo anterior, também é um acréscimo ao esquema de Dosi (1997), pois sem essa dimensão não há inovação que possa ser implementada, o que justifica o estatuto microeconômico dessa discussão. É um capítulo que permite amplo e necessário conjunto de articulações com outras dimensões micro. Também estabelece pontes para outros tratamentos macroeconômicos, abrindo, também, espaço para diálogos com outras abordagens teóricas, como as de inspiração keynesiana.

O Capítulo 5 retorna aos temas sugeridos por Dosi (1997) ao tratar de racionalidade. A obra de Herbert Simon é aqui a inspiração central, o que permite conectar as discussões deste capítulo com outros capítulos nos quais o pioneiro do conceito de racionalidade limitada aparece como referência importante. Simon, já mencionado no Capítulo 1, onde o seu texto *The Architecture of Complexity* é apresentado pela primeira vez, para reaparecer aqui no Capítulo 5, e também no

Capítulo 6, que discute a demanda, e no Capítulo 12, que explora como o tema dos sistemas complexos percorre todo este livro. A questão da racionalidade limitada deriva-se da presença da incerteza na economia, tema que por sua vez é consequência do papel da inovação, que impede qualquer previsibilidade e conhecimento prévio de consequências. Esse capítulo, portanto, é articulador entre várias elaborações distribuídas ao longo do livro.

O Capítulo 6 é uma demonstração das implicações das mudanças tecnológicas para a elaboração teórica, por acrescentar ao tratamento clássico da informação e conhecimento a necessidade de discutir o estatuto teórico de dados – tema essencial para nossa era de *Big Data* e da emergente revolução da inteligência artificial. Como a questão dos dados se incorpora nessa discussão, compondo uma análise integrada de informação e conhecimento, é uma contribuição de nosso livro que é outro acréscimo ao esquema de Dosi (1997). As propriedades específicas de dados, informação e conhecimento, e a hierarquia entre eles, discutidas nesse capítulo contribuem para a elaboração evolucionária ao desvendar como constituem ativos estratégicos para a dinâmica competitiva, que molda mercados e o conjunto do sistema.

O Capítulo 7, outra novidade em relação ao esquema de Dosi (1997), pode ser incluído entre desdobramentos mencionados na temática de propriedades emergentes – o mercado é descrito como tal entre os *building blocks* de uma economia evolucionária, e a discussão da demanda é um importante passo intermediário para a compreensão da instituição do mercado – tema do Capítulo 8. Como uma ponte importante em relação ao Capítulo 5, a discussão de demanda se aplica aos pressupostos da racionalidade limitada, permitindo construir um referencial teórico para uma teoria do consumo em linha com diálogos com achados importantes da psicologia e da compreensão da forma de operação de processos cognitivos humanos. Uma área de pesquisa na qual inúmeros circuitos de *feedbacks* positivos e circuitos viciosos estão em operação moldando a dinâmica de mercados.

O Capítulo 8 trata da instituição dos mercados, instituição também submetida à dinâmica de permanente mudança, portanto fora-do-equilíbrio. Esse capítulo se articula com os anteriores na medida em que seu ponto de partida é a heterogeneidade de agentes e um sistema permanentemente perturbado por inovações e suas consequências. Incorpora nessa dinâmica transições entre diferentes estruturas e a possibilidade de momentos críticos – crises. Para avaliar as mudanças estruturais são utilizados instrumentos de sistemas complexos como os desenvolvidos por Fourier, Hurst e Mandelbrot. Ao discutir o mercado, esse capítulo articula-se com os seguintes, que avaliam como a ação de firmas é indissociada de transformações no mercado.

O Capítulo 9 trata de um agente decisivo na moldagem e transformação de mercados – as firmas. O foco do capítulo é a investigação das metamorfoses nas fronteiras das firmas, ou seja, o contínuo e sistemático processo de mudança a que essa unidade básica de constituição de uma economia capitalista está submetida. Cada uma das mudanças nas fronteiras das firmas tem implicações para a operação dos mercados. Esse capítulo contribui para introduzir uma dinâmica mais geral na qual mudanças no interior de empresas provocam mudanças em outros pontos do sistema por alterarem a operação do mercado – mais um elemento na dinâmica discutida no Capítulo 8.

O Capítulo 10 agrega firmas em estruturas industriais e trata da evolução das indústrias, estágio intermediário para a microfundamentação da economia evolucionária que é o sistema capitalista. A interpretação da dinâmica da evolução de indústrias acrescenta elementos interpretativos que permitem associar a lógica inovativa do sistema ao surgimento de novas indústrias. Dessa forma, esse capítulo permite articular, além de um nível mais agregado para a análise de firmas, elaborações com focos diferentes, mas complementares, da sucessão de revoluções tecnológicas de Kondratiev e os ciclos de vida da indústria de Klepper.

O Capítulo 11 é inspirado na elaboração de Simon sobre organização e mercados, oferecendo oportunidade de integrar elementos discutidos nos capítulos anteriores, explicitando as interações entre o mercado, tema do Capítulo 8, e firmas e indústrias, temas dos capítulos 9 e 10, respectivamente. A elaboração de Simon é integrada à de Nelson, permitindo interpretar a economia capitalista como um sistema que combina a operação de mecanismos mercantis e não mercantis em sua dinâmica – combinação constitutiva da auto-organização do sistema complexo que é a economia contemporânea.

O Capítulo 12 conclui este livro desenvolvendo como sistemas complexos podem ser o fio condutor do conjunto das elaborações aqui desenvolvidas, um conceito em linha com as interpretações que sempre lidam com elementos dinâmicos e fora-do-equilíbrio. Após apresentar o conceito geral de sistema complexo, o capítulo ressalta que a economia capitalista é um sistema com uma lógica que contém complicações inexistentes nos mundos da física e da biologia – um sistema que muda o seu nível de complexidade no decorrer do tempo. Ao longo do capítulo as elaborações anteriores são revisitadas para indicar como as propriedades de sistemas complexos aparecem em cada uma delas, portanto demonstrando que esse conceito é um fio condutor da microeconomia evolucionária.

3. UM LIVRO COMO PRODUÇÃO COLETIVA

Esta coletânea de ensaios independentes tem sua interligação e encadeamento como resultado de longa interação prévia do conjunto de autoras e autores deste livro, intensificada durante a sua preparação.

A estrutura do livro foi definida em reunião realizada em Campinas no dia 21 de fevereiro de 2024, primeiro passo após a aprovação de um projeto de pesquisa no âmbito do Edital Universal do CNPq (Projeto 403472/2023-7), fruto de articulação entre diversos grupos de pesquisa no país.

A partir da definição da estrutura do livro, realizamos diversos *workshops* para acompanharmos os progressos e dilemas de cada capítulo, buscando em especial construir uma articulação básica entre eles, apresentada na seção anterior sobre o seu encadeamento.

Foram realizados *workshops* por meio digital nos dias 7 de junho de 2024 e 17 de dezembro do mesmo ano, um deles presencialmente em Fortaleza no dia 20 de maio de 2025, durante o IX ENEL, e uma sequência de reuniões em dezembro de 2025 entre diversos responsáveis pelos capítulos.

Por fim, no *workshop* de 18 de março de 2026 organizou-se a distribuição dos capítulos finalizados para um processo interno de leitura crítica – cada capítulo foi submetido a uma revisão e, em seguida, encaminhado na versão final aqui apresentada. Dessa forma, cada capítulo contou com cuidadosa revisão interna e pôde usufruir desse diálogo interno, outro elemento que enriqueceu possibilidades de integração entre os diversos capítulos.

4. A CONTRIBUIÇÃO ESPECÍFICA DESTES LIVROS

A contribuição específica deste livro pode ser sintetizada em três dimensões. Em primeiro lugar, ele busca sistematizar, em língua portuguesa, uma agenda de microeconomia evolucionária. Embora muitos dos conceitos discutidos ao longo dos capítulos estejam consolidados na literatura internacional, eles ainda se encontram dispersos no ensino e na pesquisa no Brasil. Ao reuni-los em uma mesma publicação, o livro oferece uma referência voltada tanto à formação de estudantes quanto ao trabalho de pesquisadoras e pesquisadores interessados na dinâmica da inovação, da mudança tecnológica e da organização dos mercados.

Em segundo lugar, o livro procura avançar na articulação entre economia evolucionária, economia da inovação e sistemas complexos. Essa articulação permite compreender firmas, mercados, consumidores, indústrias e organizações como partes de um sistema econômico em permanente transformação, marcado por

heterogeneidade, por processos de aprendizado, por trajetórias históricas, incerteza e mudança estrutural. Logo, a microeconomia evolucionária não é apresentada apenas como crítica à microeconomia convencional, mas como forma de compreender a ação econômica em contextos dinâmicos e fora-do-equilíbrio.

Em terceiro lugar, esta obra oferece uma contribuição coletiva e institucional. Ela resulta de uma rede de pesquisa construída ao longo de muitos anos e expressa o amadurecimento de uma comunidade acadêmica dedicada ao estudo da economia evolucionária, da inovação e da mudança tecnológica no Brasil. Ao reunir autoras e autores de diferentes instituições e trajetórias, a coletânea contribui para consolidar uma agenda comum de pesquisa e ensino, ao mesmo tempo que preserva a diversidade de abordagens, temas e interpretações que caracteriza esse campo.

Assim, este livro pretende contribuir para a formação de estudantes, para o trabalho de docentes e pesquisadoras/es e para o debate público sobre inovação, tecnologia, firmas, mercados e desenvolvimento. Mais do que apresentar um conjunto de capítulos sobre temas correlatos, ele busca oferecer uma interpretação integrada da microeconomia evolucionária como agenda teórica necessária para compreender a dinâmica da economia capitalista contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ARROW, K. Workshop on Economy as an Evolving Complex System: Summary. In: ANDERSON, PHILIP W.; ARROW, KENNETH J.; PINES, DAVID (Ed.). *The Economy as an Evolving Complex System*. Boca Raton: CRC Press, 1988. pp. 275-282.
- ARTHUR, B. Self-Reinforcing Mechanisms in Economics. In: ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.). *The Economy as an Evolving Complex System*. Boca Raton: CRC Press, 1988a. pp. 9-31.
- ARTHUR, B. Competing Technologies: An Overview. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R. et al. (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter. pp. 590-607, 1988b.
- DOSI, G. Opportunities, Incentives and Collective Patterns of Technological Change. *The Economic Journal*, v. 107, pp. 1.530-1.547, 1997.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.
- GOLDENFELD, N.; KADANOFF, L. P. Simple Lessons from Complexity. *Science*, v. 284, pp. 87-89, 1999.
- KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). *Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2013.
- FONTANA, M. The Santa Fé Perspective on Economics: Emerging Patterns in the Science of Complexity. *History of Economic Ideas*, v. 18, n. 2, pp. 167-196, 2010.
- NELSON, R. R., WINTER, S. G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- RAPINI, M. S.; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. (Org.). *Economia da ciência, tecnologia e inovação*. Fundamentos teóricos e a economia global. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG, 2021.

CAPÍTULO

1

Microfundamentação

Tomás Lima Pimenta

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em *fundamentos microeconômicos*, o entendimento mais comum é relativamente direto. Para explicar fatos agregados como preços, produto, emprego e crescimento, deve-se começar pelos “elementos fundamentais” do sistema econômico, tipicamente consumidores (ou famílias) e firmas. Nessa leitura, o macro seria, em última instância, uma agregação do micro, como se bastasse especificar decisões individuais sob restrições dadas para obter as regularidades do conjunto.

Essa imagem intuitiva torna-se problemática quando a economia é concebida em chave evolucionária. Uma economia evolucionária não é apenas uma economia com mudança ao longo do tempo, mas um processo no qual inovação, seleção e recomposição institucional reconstróem continuamente capacidades, incentivos e padrões de coordenação. Nesse ambiente, os resultados agregados dependem de trajetórias, de interações não triviais e de efeitos de composição. O micro, portanto, não pode ser pressuposto como homogêneo, nem o mercado pode ser tratado como um meio neutro em que agentes típicos realizam trocas impessoais.

A linguagem mais precisa para descrever um sistema desse tipo é a da complexidade. Um sistema complexo envolve “um grande número de partes que interagem de modo não simples” (Simon, 1962a, p. 468). Em tais sistemas, padrões de nível superior podem ser gerados por mecanismos locais, mas não se deixam

reconstruir como mera soma ou média. Daí a importância de dois conceitos que estruturam o capítulo. O primeiro é emergência, entendida como a estabilização de regularidades macroscópicas que exigem descrições próprias de escala (Anderson, 1972). O segundo é o de teorias efetivas, isto é, descrições por domínio e por nível, legítimas quando capturam os mecanismos relevantes e delimitam seu campo de validade, sem exigir uma derivação forte a partir de um nível supostamente último (Krakauer, 2024). Nessa direção, a perspectiva da complexidade recoloca no centro a pergunta sobre como padrões macroscópicos podem surgir de mecanismos locais. Não surpreende, portanto, que essa perspectiva tenha impactado também o problema fundamental da relação entre micro e macro na teoria econômica.

Por essa razão, investigar fundamentos microeconômicos para uma economia evolucionária exige enfrentar uma questão prévia e, de fato, decisiva: o que significa “microfundamentar” quando a economia é concebida como um sistema complexo? Este capítulo responde a essa pergunta em quatro passos. A Seção 2 apresenta a gramática de emergência e teorias efetivas, situando o problema micro-macro numa discussão mais ampla sobre níveis de descrição. A Seção 3 mostra por que micro não é um rótulo unívoco, pois pode referir-se a unidades de decisão, mecanismos comportamentais e mediações organizacionais e institucionais. A Seção 4 extrai três deslocamentos metodológicos: da otimização estática para dinâmicas de inovação e instabilidade; do agente representativo para populações heterogêneas; e do mercado abstrato para a arquitetura econômica de redes, cadeias e mecanismos de coordenação mista. Por fim, a Seção 5 condensa essas teses em diretrizes de microfundamentação.

2. EMERGÊNCIA E TEORIAS EFETIVAS

O difícil problema epistemológico da relação entre elementos fundamentais e fenômenos de nível superior, isto é, entre micro e macro, não é próprio da economia e tem uma longa história nas ciências naturais. O saber sempre nutriu a ambiciosa pretensão de que, por trás da variedade dos fenômenos naturais, biológicos e sociais, haveria uma inteligibilidade última unificável que sustentaria uma ciência única (Cat, 2022). Uma pretensão que Laughlin e Pines (2000) chamaram de uma “teoria de tudo”. Em Kant (1998), essa aspiração ganha uma formulação decisiva: a ciência não é mera coleção de fatos, mas um corpo sistemático de conhecimento, e por isso pressupõe que a natureza seja cognoscível sob leis universais, ou seja, não apenas como regularidade empírica, mas como condição do próprio conhecimento da experiência. A partir daí, tornou-se tentador

converter esse ideal de unidade numa tese mais forte, segundo a qual a realidade é composta por elementos mais simples governados por leis fundamentais, e que, portanto, explicar seria sempre “descer” ao nível último, ou seja, do complexo ao elementar, do macro ao micro. Essa é a tese forte do reducionismo (Van Riel; Van Gulick, 2025).

O programa do reducionismo não encontrou um caminho fácil na história das ciências. Primeiro, porque a própria noção de “elementar” é móvel: o que conta como unidade fundamental depende de descobertas e revisões conceituais. Por muito tempo, tomou-se o átomo como unidade fundamental, até que a física revelou partículas subatômicas e, mais tarde, quarks e léptons; aquilo que antes parecia elementar tende a reaparecer, hoje, como composto ou derivado. Mais decisivo, porém, mesmo que se admita que sistemas sejam compostos por unidades elementares, isso não implica que os fenômenos relevantes sejam legíveis nesse vocabulário. Um exemplo canônico na física é o de temperatura e pressão, descrições coletivas que fazem sentido na descrição termodinâmica, ou seja, na escala macroscópica em que a termodinâmica opera com conceitos e leis próprios, mas que não são propriedades de moléculas isoladas nem se deixam traduzir diretamente nesse nível (Chalmers, 2006). Na biologia, o caso exemplar é a vida e, especialmente, a evolução. Mesmo sendo constituída por processos físico-químicos, a adaptação e a dinâmica populacional aparecem como padrões macro que resultam da combinação de mecanismos locais (mutação, seleção etc.), cuja inteligibilidade, porém, exige descrições apropriadas ao nível que operam (Bedau, 1997).

Anderson (1972) formula o problema com precisão ao distinguir e isolar duas hipóteses. De um lado, está a hipótese reducionista, segundo a qual a realidade é governada por elementos mais simples e, portanto, todos os fenômenos obedecem às mesmas leis fundamentais. Dessa hipótese não se segue uma segunda que ele chama de “hipótese construcionista”, isto é, a suposta “capacidade de partir dessas leis e reconstruir o universo” (Anderson, 1972, p. 393). A distinção é crucial: obedecer a leis fundamentais não é o mesmo que ser determinado por elas de modo dedutível. Por exemplo, um cristal é composto por átomos que obedecem às leis fundamentais da física, embora a estrutura cristalina (simetrias quebradas, propriedades elásticas e condutivas) não seja dedutível simplesmente a partir das equações que governam átomos isolados. Analogamente, uma célula obedece integralmente às leis físico-químicas, pois é composta por partículas, moléculas e reações. Ainda assim, categorias como metabolismo, autorregulação e reprodução não são formuláveis nesse vocabulário elementar. A biologia não viola a física, mas exige descrições e regularidades próprias de um nível organizacional distin-

to. Nas palavras de Krakauer (2024, p. 6), há leis da física e há regras da vida; e regras devem ser quebradas.

A partir desse diagnóstico, Anderson condensa um programa epistemológico que se tornou central para a ciência da complexidade: a investigação de propriedades emergentes e a legitimação de descrições por nível – aquilo que, mais tarde, será articulado sob a rubrica de teorias efetivas. Em suas palavras, esses exemplos mostram que “em cada nível de complexidade aparecem propriedades inteiramente novas”, e a compreensão dessas propriedades “exige pesquisa tão fundamental quanto a de qualquer outro nível” (Anderson, 1972, p. 393). O ponto não é negar o reducionismo enquanto tese ontológica, mas recusar sua extrapolação construcionista. A passagem entre níveis envolve o surgimento de novos conceitos, novas regularidades e novos problemas explicativos, cuja inteligibilidade depende de variáveis próprias da escala em que se estabilizam.

Emergência *designa*, portanto, o aparecimento de propriedades e regularidades de nível superior que, embora produzidas por processos de nível inferior, tornam-se inteligíveis e explicáveis apenas mediante um vocabulário próprio, isto é, por meio de variáveis descritivas adequadas à escala em que tais padrões se estabilizam. Mesmo quando um fenômeno “surge” do domínio de baixo nível, isso não significa que as verdades relevantes sobre ele sejam transparentes ou imediatamente deriváveis a partir desse domínio (Chalmers, 2006). Bedau (1997) torna esse ponto particularmente claro ao enfatizar que, em muitos casos, mesmo quando se sabe que fenômenos do nível superior são resultados de interações de nível inferior e quando se conhecem tais regras de interação, isso não equivale a conhecer o resultado. O padrão emergente não surge como consequência lógica imediata das regras, mas como resultado acumulado de muitas interações sucessivas. Vale notar, além disso, que a passagem entre níveis nem sempre é “suave”. Batterman (2001) mostra que fenômenos emergentes frequentemente aparecem em limites singulares, isto é, em transições de escala nas quais há mudanças qualitativas de regime que bloqueiam reduções contínuas.

Em síntese, emergência *designa* o fato de que, em sistemas complexos, certos padrões e regularidades macroscópicas tornam-se estáveis e inteligíveis apenas em um nível de descrição próprio: eles são produzidos por mecanismos locais, mas não se deixam captar como simples extrapolação do vocabulário elementar. Reconhecer emergência não implica negar a unidade das leis fundamentais; implica negar a conclusão apressada de que apenas o nível fundamental seria “realmente” explicativo. O desafio metodológico, portanto, não é apenas afirmar que há emergência, mas identificar *como* ela se produz e *onde* ela se estabiliza. A emer-

gência envolve interações locais que se combinam em larga escala, produzem restrições coletivas, captáveis por variáveis descritíveis próprias da escala relevante.

Se emergência nomeia o fenômeno, teoria efetiva nomeia o instrumento epistemológico: descrições que funcionam em uma escala ou domínio sem exigir derivação completa a partir do nível “fundamental”. Krakauer (2024, p. 54) define teorias efetivas como teorias não fundamentais que “descobrem e ‘rotulam’ grandes agrupamentos (*coarse-graining*) de materiais e propriedades fundamentais ou não fundamentais que mantêm a coerência ao longo do tempo”. Trata-se, portanto, de identificar variáveis e relações que capturam regularidades estáveis no nível em que o fenômeno se apresenta, em vez de insistir que toda explicação relevante deva assumir a forma de uma dedução direta a partir do elementar.

A despeito do ideal científico do reducionismo, a maior parte do conhecimento científico opera, na prática, com variáveis efetivas, abstrações estáveis, modelos por domínio. Como observam Laughlin e Pines (2000), em vez de uma “teoria de tudo”, o que se encontra na prática científica é uma “hierarquia de teorias de coisas”, cada qual adequada a um conjunto de fenômenos: a termodinâmica opera com temperatura, pressão e entropia sem reconstruir a dinâmica de cada partícula; a hidrodinâmica descreve fluxos e turbulência sem derivar tudo da mecânica molecular; a química trabalha com ligações e reatividade sem reduzir passo a passo seus conceitos a cálculos de muitos corpos. O mesmo padrão vale, em geral, nas ciências da vida e nas ciências sociais. Para explicar padrões evolutivos, modelos populacionais e mecanismos de seleção, não se recorre a quarks, mas a variáveis e regularidades próprias de outro domínio.

A ciência da complexidade, porém, confere a esse fato um estatuto mais forte. Aquilo que poderia parecer apenas um expediente pragmático revela-se, em muitos domínios, uma necessidade estrutural. Quando há emergência, isto é, quando padrões macroscópicos surgem de interações locais e se estabilizam em escalas próprias, a passagem de nível não é “dedução lisa”; exige novas variáveis, novos recortes e novos princípios de organização. Por isso, teorias efetivas não são apenas toleráveis, mas o modo necessário de acesso a regularidades em sistemas complexos. Nesse sentido, o diagnóstico de Anderson funciona como síntese: cada estágio requer “leis, conceitos e generalizações inteiramente novos” (Anderson, 1972, p. 393).

3. O QUE É “MICRO” NA ECONOMIA?

As ciências da complexidade se desenvolveram, paralelamente, em diferentes campos do saber, como uma agenda interdisciplinar voltada a sistemas com mui-

tos componentes em interação não trivial (Krakauer, 2024). Por isso, a discussão anterior permaneceu em um nível meta-científico e transversal. Ela dizia respeito às condições gerais sob as quais se torna problemático passar do elementar ao agregado por uma via linear e imediata, seja ao tratar de um cristal, de um mamífero ou de uma sociedade.

Nesse horizonte, Simon oferece uma formulação particularmente útil: sistemas complexos tendem a assumir a forma de hierarquias compostas por subsistemas inter-relacionados que, por sua vez, se decompõem em outros subsistemas até um nível elementar (Simon, 1962a). Consequentemente, a própria definição do que conta como “sistema”, “subsistemas” e “ambiente” não é fixa, mas dependente do recorte e do problema. Uma mesma realidade pode ser descrita em escalas diferentes – organela, célula, órgão, indivíduo, população, bioma –, e cada escolha altera o que aparece como mecanismo relevante, variável pertinente e fronteira do fenômeno.

Quando se trata da economia como um sistema complexo, a primeira dificuldade é precisamente esta: como definir seu nível elementar? A partir de um individualismo metodológico, a teoria econômica costuma identificar o micro com o indivíduo e suas escolhas. A opção é sedutora, pois parece oferecer um ponto de partida claro e intuitivo. No entanto, não há nada de evidente nela. Trata-se de uma convenção analítica que precisa ser justificada, e não simplesmente pressuposta. Quatro considerações permitem explicitar o problema.

Primeiro, se a intuição reducionista for tomada com rigor, não há motivo interno para interromper a redução no indivíduo: como produto da volição, a escolha individual poderia ser reduzida a processos cognitivos; estes, ao sistema nervoso; este, a redes neuronais; estas, a neurônios, organelas, proteínas, moléculas, átomos, partículas subatômicas, e assim por diante. Poucos economistas discordariam do juízo de Anderson (1972), segundo o qual, quanto mais se desce às leis fundamentais da física, menos elas parecem relevantes para outros problemas da física e, *a fortiori*, da sociedade. Seria absurdo supor que o *spin* de quarks explique fenômenos como desemprego ou taxa de poupança. O ponto desse *reductio ad absurdum* é explicitar que o micro não é um dado natural, mas um recorte teórico.

Segundo, ao lado do indivíduo, a firma aparece como unidade elementar da microeconomia. Normalmente, assume-se sem maiores qualificações que a firma existe e, para fins de simplificação, que ela possui um proprietário, subordinando-a à decisão individual (Mas-Colell; Whinston; Green, 2017, p. 3; Wiese, 2021, p. 9). Entretanto, não há nada de evidente nessa assunção. A pergunta aparentemente ingênua de Coase (1937) – “por que a firma existe?” – revela algo crucial: a firma não é um dado primitivo, mas uma forma organizacional cuja existência,

razão e limites precisam ser explicados. Em outras palavras, a firma pode ser entendida como uma das primeiras estruturas emergentes do sistema econômico, cuja existência não se deduz de forma trivial a partir de regras abstratas de preferência ou de escolha individual.

Terceiro, mesmo que se aceite, por convenção disciplinar, o indivíduo e a firma como unidades elementares, o micro não se reduz ao indivíduo isolado ou à firma homogênea. Empresas com formas de organização diversas, normas, padrões técnicos, infraestrutura legal, rotinas produtivas, redes de crédito e formas de coordenação são componentes que estruturam possibilidades de ação e interação, além de filtrarem informação. Instituições não são mero contexto; integram o mecanismo gerador de regularidades. Hodgson (2006, p. 2) define instituições como “sistemas de regras sociais estabelecidas e prevalentes que estruturam interações sociais”. Se o comportamento é sempre mediado por regras e arranjos organizacionais, uma microfundamentação que ignore essas mediações corre o risco de descrever agentes sem capturar a mecânica que produz padrões agregados.

Quarto, e mais decisivo, partir de indivíduos e firmas não autoriza a redução linear e trivial do macro a esses elementos. Como sistemas complexos são compostos por muitas partes interagindo de modo não simples, não é trivial inferir as propriedades do todo a partir das propriedades das partes e das leis de interação (Simon, 1962a, p. 468). A passagem do micro ao macro exige explicitar detalhadamente a arquitetura das interações: decomposição em subsistemas, formas de acoplamento, regras de agregação e aproximações. Nesse ponto, a crítica de Kirman (1992, p. 131) ao agente representativo serve como uma advertência necessária. Ao representar o coletivo por um único indivíduo, desaparece a interação como fator gerativo e, com ela, aquilo que frequentemente é decisivo: heterogeneidade, efeitos de rede, coordenação local e seleção. Em economias complexas, o macro depende precisamente de quem interage com quem, em quais circuitos e sob quais mecanismos de coordenação (Carrara, Capítulo 8 deste livro, “Mercado”).

Essas quatro considerações mostram que micro não é um rótulo unívoco. Isso não decorre de preferências teóricas, mas do fato de que, em sistemas complexos com interações não simples, a passagem do local ao agregado não é imediata, há sobredeterminação, e o que conta como unidade relevante depende de como as interações se organizam e quais mecanismos efetivamente produzem o padrão observado. Quando a composição é rica e mediada por redes, instituições e acoplamentos múltiplos, não existe um único “fundamento” micro dado de antemão. Por isso, micro deve ser entendido como o nível em que se localizam as operações gerativas pertinentes. E esse nível varia conforme o problema.

Dopfer, Foster e Potts (2004) oferecem uma ferramenta útil para tornar essa exigência operacional. Ao observarem que não se pode realizar uma passagem direta do micro para o macro, eles propõem a introdução do nível meso, pensado como “uma regra genérica e sua população de atualizações”, capaz de apreender a dinâmica de adoção, replicação e transformação de regras tecnológicas, organizacionais e institucionais (Dopfer; Foster; Potts, 2004, p. 267). Com isso, padrões emergentes no macro podem ser conectados, por um caminho modelável, a mecanismos de mudança e seleção no nível apropriado.

Essa ampliação do que conta como unidade relevante conecta-se diretamente ao problema da emergência econômica. O interesse está em entender como padrões agregados – difusão tecnológica, coordenação institucional, preços – podem emergir de mecanismos descentralizados em desequilíbrio e sob mudança histórica. Nessa linha, Arthur, Durlauf e Lane (2018, p. 3) formulam o programa de uma economia da complexidade justamente como uma perspectiva de “processo-e-emergência”. A economia é tratada como um sistema em permanente criação e desequilíbrio, no qual agentes e estruturas coevoluem ao longo do tempo (Arthur, 2021). Essa ontologia desloca a pergunta do “agente típico” para os mecanismos de interação, adaptação, seleção e transformação institucional que tornam inteligíveis regularidades de nível agregado.

Para dar precisão ao uso do termo *micro* ao longo do capítulo, convém separar três acepções recorrentes e, em seguida, fixar uma definição operacional que orientará a microfundamentação em sistemas complexos.

1. *Micro como unidades de decisão.* Micro pode referir-se às unidades clássicas da teoria econômica: indivíduos, famílias e firmas tomadas isoladamente, frequentemente tratadas como centros de decisão. Esse recorte tem a vantagem de fixar um ponto de partida nítido, mas, como a própria discussão anterior sugere, ele é uma convenção analítica e não um “dado natural”, além de exigir cuidados quando a heterogeneidade e a estrutura de interação são parte constitutiva do fenômeno.
2. *Micro como mecanismos comportamentais.* Micro pode designar mecanismos comportamentais e cognitivos que governam decisões em contexto: heurísticas, rotinas, aprendizagem e formação de expectativas. O foco desloca-se do agente “representativo” para processos de adaptação e mudança de comportamento, o que é particularmente relevante em ambientes de incerteza e inovação, nos quais a estabilidade das regras de decisão não pode ser presumida.
3. *Micro como mediações estruturais e institucionais.* Por fim, micro pode referir-se às mediações organizacionais e institucionais que moldam ações

- estruturas internas das firmas, contratos e regimes regulatórios - bem como a níveis intermediários de organização econômica - indústrias, setores, cadeias produtivas e *clusters* tecnológicos. É nesse registro que muitas dinâmicas decisivas se tornam legíveis, como, por exemplo, concorrência, difusão e seleção. Aqui, instituições deixam de ser pano de fundo e passam a aparecer como componentes que configuram incentivos, restringem ações, filtram informação e estabilizam expectativas, isto é, como parte da própria mecânica do sistema econômico.

Do encadeamento anterior, em que emergência legitima regularidades supra-individuais e teorias efetivas delimitam regularidades por escala, decorre uma definição operacional e unificadora para o uso de *micro*. Em vez de *designar* uma entidade privilegiada, *micro* passa a nomear o nível em que se explicitam mecanismos gerativos capazes de produzir e sustentar padrões agregados, isto é, mecanismos de interação, coordenação, seleção e transformação que conectam unidades e escalas. Nessa moldura, as três acepções discutidas anteriormente não competem entre si, mas se encaixam: unidades de decisão e produção importam enquanto portadoras de capacidades e formas internas de coordenação; mecanismos comportamentais importam enquanto explicam adaptação sob incerteza (Dosi *et al.*, 1999); e mediações organizacionais e institucionais importam enquanto estruturam conexões, filtram informação e estabilizam expectativas. Ao mesmo tempo, essa definição não dissolve fronteiras e não equivale a dizer que “tudo é micro”, pois ela se aplica apenas ao que desempenha papel gerativo e restritivo na produção de regularidades observáveis, incluindo as “estruturas moldadoras” no sentido Shaikh (2016, p. 90), e não ao conjunto indiferenciado de descrições possíveis do sistema.

Dois exemplos ajudam a tornar concreta essa definição. O primeiro ilustra emergência: a formação de um padrão tecnológico dominante. Decisões locais de adoção, sob retornos crescentes, podem convergir para um *lock-in* que não estava contido em nenhuma escolha individual, como no caso do teclado QWERTY ou de padrões de software (David, 1985). O padrão emergente é uma regularidade de nível superior, produzida por interações locais, mas irreduzível a elas, e o micro relevante é o mecanismo de adoção cumulativa com *feedback* positivo. O segundo exemplo ilustra teoria efetiva: a relação empírica entre taxa de lucro e acumulação, central na tradição clássica. Essa relação organiza regularidades macroeconômicas sem exigir derivação a partir de preferências individuais; ela funciona como descrição efetiva porque captura um mecanismo estável (a orientação do investimento pelo lucro) no nível em que ele opera, delimitando seu domínio de validade sem reduzi-lo ao nível elementar (Shaikh, 1992).

Esse mapeamento é suficiente para justificar o passo seguinte. Se *micro* pode significar unidades, mecanismos, instituições, estruturas intermediárias e recortes espaciais distintos, então a questão metodológica não é apenas “partir do *micro*”, mas como a análise deve ser reorganizada quando se leva a sério heterogeneidade, interação, instituições e mudança. É precisamente essa reorganização que a próxima seção explicita.

4. DESLOCAMENTOS METODOLÓGICOS

A seção anterior mostrou que, em economias com interações não simples, “*micro*” não é um ponto fixo dado de antemão, pois o nível relevante varia conforme a arquitetura das interações, as mediações institucionais e o mecanismo gerativo que se pretende tornar inteligível. Se é assim, a microeconomia não pode ser tratada como um aparato único e invariável, mas como um conjunto de estratégias descritivas e explicativas ajustadas ao tipo de dinâmica que produz o padrão agregado. O que está em jogo, portanto, é explicitar quais mudanças de método se impõem quando a passagem do *micro* ao *macro* é estruturalmente não trivial.

Esta seção organiza essas implicações em três deslocamentos metodológicos: (4.1) da otimização estática para dinâmicas de inovação e instabilidade; (4.2) do agente representativo para agentes heterogêneos; (4.3) Do “mercado” à arquitetura econômica: topologias de interação e mecanismos de alocação. Em conjunto, esses deslocamentos preparam o terreno para que, ao final, a noção de microfundamentação seja formulada de modo compatível com complexidade e evolução, sem antecipar aqui essa conclusão.

4.1. Da otimização estática para dinâmicas de inovação e instabilidade

A discussão da seção 3 mostrou que *micro*, entendido como mecanismos gerativos, não *designa* um estado, mas um conjunto de processos. Isso tem uma primeira consequência direta: em um sistema econômico complexo, os padrões relevantes não são propriedades de um equilíbrio abstrato, mas resultados de trajetórias. A dinâmica importa não apenas porque “o mundo muda”, mas porque a própria forma do sistema – capacidades, restrições, oportunidades e mecanismos de coordenação – é continuamente reconstituída ao longo do tempo. Em termos metodológicos, isso significa que microfundamentar deve, necessariamente, explicitar os mecanismos de transformação que produzem mudança estrutural, ou seja, como inovações emergem, como se difundem, como reorganizam capacidades e como reconfigu-

ram estruturas. A microeconomia é chamada a explicar processos que criam e recriam o próprio espaço no qual decisões econômicas passam a fazer sentido.

Essa necessidade decorre de uma característica elementar de sistemas complexos: dependência de trajetória (David, 1985; Arthur, 1989). Quando a história importa, não basta conhecer as condições iniciais e o conjunto de preferência para deduzir o resultado. É preciso entender como interações, aprendizagem e seleção alteram as próprias condições em que o sistema opera. Mudança não é um ruído em torno de uma tendência, nem um parâmetro exógeno, mas um modo próprio de operação que requer explicação. Por isso, a microeconomia não pode limitar-se a encontrar “soluções de equilíbrio” e deve investigar processos de variação, propagação e seleção que produzem instabilidade e reorganização.

No capitalismo, essa dinâmica é inseparável do motivo do lucro. A busca pelo ganho estrutura um processo conflituoso e estratégico que atravessa relações firma-firma, firma-trabalho, firma-consumidor e consumidor-consumidor (Shaikh, 2016). A concorrência, nesse quadro, é um mecanismo seletivo na medida em que disciplina decisões, impõe condições de sobrevivência e orienta trajetória de investimento, inovação e organização. Nas palavras de Marx, o lucro é o “agulhão” da produção no capitalismo e, conseqüentemente, a busca de um lucro extraordinário é o agulhão da inovação (Marx, 2017, p. 233-234; 281; Albuquerque, 2025). Esse motivo não opera como psicologia universal, mas como pressão sistêmica que empurra firmas a revolucionar produtos, processos e formas de gestão ou, pelo menos, adaptar-se a tais revoluções, sob risco de eliminação.

Elaborando as intuições de Marx, Schumpeter (1939, p. 10) fornece a formulação clássica dessa dinâmica. O motor do desenvolvimento não é um ajuste marginal, mas a introdução de “novas combinações” que geram lucros extraordinários temporários, que ele chama de lucro do empreendedor (Schumpeter, 1928). Inovações tendem a surgir em *clusters* e a desencadear ondas de investimento, realocação de recursos e perturbações nos preços relativos. O primeiro empresário inovador é seguido por imitadores e a primeira inovação é seguida por uma “massa de fenômenos induzidos, derivativos e acidentais,” que transformam inovações dispersas em ondas econômicas (Schumpeter, 1939, p. 109). À medida que oportunidades lucrativas se tornam rarefeitas e os primeiros sinais de perdas aparecem, a fase de prosperidade dá lugar à crise e à depressão, que constitui uma fase de ajuste do sistema às inovações (Schumpeter, 1934).

A consequência é que a instabilidade, *i.e.*, a sucessão de fases de prosperidade, crise e depressão, não é uma anomalia externa, mas efeito endógeno do próprio mecanismo da inovação mediada pelo capital financeiro. O aspecto mais importante, aqui, é que tais mutações do sistema nem sempre são captadas por

agregados estatísticos, na medida em que se trata de deslocamentos internos, assimetrias e recomposições. Para além das variações abruptas de preços relativos, da eliminação ou crescimento exorbitante de empresas, o resultado mais fundamental de cada onda de inovação é o “processo difícil e doloroso de modernização, racionalização e reconstrução” que as indústrias devem atravessar. Trata-se de uma recomposição qualitativa, desarmônica, assimétrica e irreversível da estrutura microeconômica do sistema que não é captada por agregados estatísticos (Schumpeter, 1939, p. 134).

A tradição evolucionária torna essa microdinâmica mais precisa ao guiar-se pela organização que opera por rotinas relativamente estáveis e muda por processos de busca sob incerteza. Em Nelson e Winter (1982), o núcleo explicativo é um circuito de variação-seleção-retenção: a busca gera variação; a competição seleciona desempenhos; e soluções viáveis são retidas e replicadas. Nessa gramática, a concorrência não é mero “ambiente”, mas um mecanismo histórico de transformação e determinação de trajetórias. O quadro concorrencial faz com que busca, variação e seleção sejam coimplicadas, já que os mesmos sinais que forçam variações e orientam direções de busca são aqueles que disciplinam a sobrevivência (Nelson; Winter, 1982, p. 266).

Dosi (1982) aprofunda o argumento ao salientar como a busca inovativa é estruturada por paradigmas tecnológicos e trajetórias. Aquilo que as firmas conseguem imaginar e explorar depende de heurísticas, competências e oportunidades moldadas por sua trajetória histórica. A inovação é cumulativa, localizada, marcada por irreversibilidades e aprendizagem; e, ainda assim, submetida a critérios econômicos simples, como a lucratividade (Dosi, 1982, p. 155). Essa é a razão decisiva para a prioridade metodológica da dinâmica: como o horizonte de possibilidades é endógeno e determinado pela trajetória, a teoria não pode se eximir de explicar os mecanismos que fazem esse horizonte variar. Daí o imperativo de Winter: “primeiro a dinâmica!” (Dosi, 1997, p. 1.531).

A ligação entre inovação, lucro e dinâmica torna-se ainda mais inteligível quando se incorpora o entrelaçamento entre mudança tecnológica, investimento e a dinâmica financeira-institucional (Perez, 2002; Schumpeter, 1970). Perez fornece uma arquitetura schumpeteriana dos grandes surtos de desenvolvimento, na qual revoluções tecnológicas inauguram paradigmas tecnoeconômicos e abrem oportunidades extraordinárias de lucro. Na fase de instalação, a mobilização financeira tende a amplificar expectativas e acelerar investimentos, elevando a probabilidade de bolhas e colapsos; o estouro da bolha marca um ponto de virada entre duas subfases e costuma vir acompanhado por recessão. Nesse sentido, Keynes observou como o mercado acionário, governado fundamentalmente por

expectativas e psicologia de massas, tende a amplificar pequenos sinais locais – de lucro ou prejuízo – em grandes efeitos sobre os preços dos ativos (Keynes, 2012). Na economia não se aplica o princípio epistemológico segundo o qual “um efeito é sempre proporcional à sua causa” (Hume, 1987, p. 296). O essencial, aqui, é que a crise cumpre um papel de ajuste estrutural, pois força recomposição institucional e reorganiza a direção do investimento de modo a permitir difusão mais ampla do novo paradigma (Freeman; Perez 1988).

Vê-se, portanto, o porquê de o primeiro deslocamento metodológico ser necessário. Sob complexidade, a microeconomia precisa deslocar-se da estaticidade otimizadora para mecanismos de transformação endógena. Quando padrões agregados relevantes dependem da trajetória histórica e quando os próprios mecanismos gerativos – inovação, difusão e seleção – reconstróem continuamente as condições do movimento, a análise deve descrever esses mecanismos de transformação. O exemplo QWERTY torna visível como o passado permanece “ativo” no presente ao estreitar e canalizar as opções futuras, conferindo ao resultado agregado uma dependência constitutiva da trajetória. Algo análogo aparece na trajetória brasileira do etanol, em que políticas, infraestrutura e capacidades produtivas construídas desde o Proálcool criaram um arranjo industrial durável que condicionou as opções posteriores de tecnologia veicular e energia (Shikida; Perosa, 2012). O micro relevante, aqui, é o conjunto de processos que produzem mudança cumulativa e recomposição estrutural, incluindo regras de decisão, rotinas organizacionais, procedimentos de busca, critérios de seleção. Em muitos casos, esse nível situa-se na escala meso e inclui, por exemplo, populações de firmas, regimes tecnológicos, redes de fornecedores, sistemas de inovação, estruturas financeiras, onde a variedade é gerada, a difusão se propaga e a seleção atua com maior intensidade.

4.2. Do agente representativo para agentes heterogêneos

Se a seção anterior sustentou a prioridade da dinâmica, o passo seguinte é reconhecer que tais processos não operam *sobre* agentes invariantes. Em economias complexas, consumidores e firmas não podem ser tratados como unidades homogêneas e estáveis, cujas diferenças seriam meramente ruído em torno de um tipo médio. A heterogeneidade é parte do mecanismo: trajetórias distintas, aprendizagem, imitação, rotinas e capacidades desiguais geram respostas diferentes aos mesmos estímulos e, por isso, alteram o curso agregado do sistema. Quando a interação é não trivial, composição e distribuição importam; por esse motivo,

torna-se metodologicamente problemática a substituição de uma população por um único agente representativo, já que o macro passa a depender de variações internas, assimetrias e processos seletivos.

A heterogeneidade dos agentes econômicos possui duas dimensões distintas, embora interligadas: uma estrutural, relativa às formas organizacionais que os agentes assumem historicamente; e outra comportamental, relativa aos mecanismos cognitivos e decisórios que governam suas ações. Ambas convergem para o mesmo resultado, a saber, a impossibilidade de capturar a dinâmica do sistema por meio de um agente típico ou médio.

Como a referência a Coase sugeriu, a primeira questão é explicar por que e em que condições a coordenação econômica assume a forma de organização interna paralelamente ao mecanismo de mercado. Mas, explicada a gênese lógico-histórica da firma, torna-se necessário explicitar como sua forma se produz e se transforma sob a pressão da competição e sob impacto das revoluções de paradigma tecnológico.

Na seção IV de *O capital*, Marx (2015) vai nessa direção ao reconstruir a sequência em que a unidade produtiva muda endogenamente. A cooperação simples surge quando muitos trabalhadores são reunidos sob o mesmo comando, criando uma força produtiva *coletiva* que não se reduz à soma de esforços individuais; a manufatura reorganiza qualitativamente o processo ao decompor tarefas e constituir um *trabalhador parcial* inserido em um mecanismo cooperativo articulado; e a grande indústria altera a base técnica do processo ao deslocar o centro da produção para o sistema de máquinas, redefinindo ritmos, escalas e relações internas da fábrica. A progressão cooperação-manufatura-indústria não é uma tipologia estática, mas uma sequência na qual cada forma emerge imanentemente da anterior pela pressão da concorrência e da acumulação. A firma, portanto, não é um dado primitivo, mas uma estrutura cuja forma se transforma por determinações internas ao processo de acumulação.

Freeman e Perez (1988) prolongam e sistematizam essa intuição ao interpretar o desenvolvimento capitalista como uma sucessão de revoluções tecnológicas que reconfiguram não apenas a estrutura produtiva, mas também as formas organizacionais e os modelos de firma prevalentes. Cada revolução inaugura um paradigma tecnoeconômico que abarca um conjunto de princípios e “melhores práticas” que orienta decisões de investimento, organização e gestão. A Tabela 3.1 de Freeman e Perez (1988, p. 50-57) sintetiza essa coevolução entre paradigma tecnológico e forma organizacional ao longo de cinco ondas longas. Na primeira onda (mecanização inicial, 1770-1840), predominam empreendedores individuais e pequenas firmas com menos de cem empregados, financiadas por

capital local e organizadas como parcerias entre inovadores técnicos e gestores financeiros. Na segunda onda (vapor e ferrovias, 1830-1890), as firmas crescem, passam a empregar milhares, e surgem as primeiras sociedades por ações com responsabilidade limitada, viabilizando novos padrões de investimento e propriedade. Na terceira onda (engenharia elétrica e aço, 1880-1940), emergem grandes corporações, cartéis, *trusts* e fusões; monopólio e oligopólio tornam-se estruturas típicas, acompanhados pela concentração bancária e pelo surgimento do capital financeiro e de camadas especializadas de gerência intermediária. Na quarta onda (produção em massa fordista, 1930-1990), consolidam-se corporações multinacionais com investimento direto estrangeiro, múltiplas plantas e subcontratação competitiva; a estrutura organizacional torna-se cada vez mais hierárquica, departamentalizada e centralizada. Na quinta onda (tecnologias da informação e comunicação, a partir dos anos de 1980), o modelo dominante desloca-se para redes de grandes e pequenas firmas interligadas por sistemas computacionais, com cooperação estreita em tecnologia, controle de qualidade, planejamento de investimento e produção *just-in-time*.

Não existe um modelo universal de firma “eficiente”. O que conta como organização adequada varia historicamente conforme o paradigma vigente. A heterogeneidade observada entre firmas em qualquer momento reflete, em parte, a coexistência de organizações operando sob lógicas distintas, ou seja, firmas “velhas” ancoradas no paradigma anterior, firmas “novas” explorando o emergente, e formas intermediárias e híbridas. As firmas são, portanto, instituições que se transformam quantitativa e qualitativamente ao longo do tempo e essa transformação é endógena à dinâmica do sistema. A relação é recíproca: mutações nos agentes produzem mutações no sistema; mutações no sistema produzem mutações nos agentes. O processo de inovação, frequentemente associado a firmas líderes, reorganiza o ambiente competitivo e, ao se difundir, altera restrições, incentivos e possibilidades, produzindo novas formas de adaptação e novas trajetórias para organizações e indivíduos.

O que atravessa essa diversidade estrutural é uma pressão comum: o lucro como critério seletivo. A realização do lucro opera como condição mínima de sobrevivência – prejuízos persistentes tendem a conduzir à eliminação, por falência ou absorção –, enquanto a busca do lucro extraordinário, como o motor da inovação, como o impulso que empurra firmas a revolucionarem métodos, produtos e formas de organização. O lucro é a categoria central do sistema capitalista, não porque todos os agentes “maximizem” lucro em cada decisão, mas porque funciona como regra simples que disciplina o sistema como um todo (Ribeiro *et al.*, 2017).

É precisamente aqui que a segunda dimensão da heterogeneidade se torna decisiva. A pressão do lucro é uniforme; as respostas a ela, não. Reconhecer a centralidade do lucro como regra simples de organização do sistema não implica supor que firmas operem como calculadoras de maximização. A distinção desenvolvida por Simon (1955; 1991a) é crucial. Agentes reais não conhecem todas as alternativas disponíveis, não conseguem computar todas as consequências e não possuem funções de preferência completas e consistentes. Em vez de maximizar, estabelecem níveis de aspiração, limiares de desempenho considerados satisfatórios, e buscam alternativas sequencialmente até encontrar uma que os atinja. A busca não cessa porque o ótimo foi encontrado, mas porque um resultado satisfatório foi alcançado. Trata-se do *satisficing* (Simon, 1956).

Firmas reais são organizações, coalizões de indivíduos com objetivos parcialmente conflitantes, informação assimetricamente distribuída e capacidade limitada de processamento. Suas decisões não resultam de um cálculo otimizador único, mas de processos que envolvem rotinas, regras práticas e adaptação incremental. A maior parte da mudança é incremental e local, na medida em que a busca por mudança explora a vizinhança de práticas existentes; imitação de concorrentes percebidos como bem-sucedidos é frequente; e inovação radical é exceção.

A combinação das duas dimensões torna inteligível porque a heterogeneidade é irredutível. Por um lado, firmas diferem estruturalmente porque são produtos de paradigmas e trajetórias distintas, e, por outro, diferem comportamentalmente porque respondem à mesma pressão seletiva com repertórios cognitivos e organizacionais desiguais. O resultado é uma população intrinsecamente diversa, na qual a distribuição de capacidades, rotinas e posições importa tanto quanto o comportamento de qualquer agente isolado. Sob complexidade, isso torna-se uma exigência lógica, pois interações não triviais fazem o agregado depender da composição da população e da dinâmica de seleção e difusão entre agentes distintos.

O lucro orienta, seleciona e disciplina, mas o comportamento selecionado não é maximização, e sim um repertório de rotinas, heurísticas e capacidades viáveis sob condições prevalecentes. Como essas condições mudam – com revoluções tecnológicas, transformações institucionais e choques competitivos –, o repertório é continuamente reconstituído. Nesse quadro, microfundamentar é explicar como heterogeneidade e aprendizado geram padrões coletivos e reorganizam capacidades no tempo, sem exigir uma “psicologia fundamental” como condição de rigor.

É por isso que o deslocamento do agente representativo para agentes heterogêneos se impõe como exigência metodológica. Em sistemas complexos, a interação entre agentes diversos é ela mesma geradora de padrões. O padrão macro passa a depender não do comportamento de um agente típico, mas da dinâmica entre

agrupamentos com trajetórias, capacidades e posições distintas. Substituir essa população por um representante médio é eliminar precisamente o mecanismo que se pretende explicar. A heterogeneidade não é ruído a ser abstraído, mas, ao contrário, a matéria mesma do processo.

4.3. Do mercado abstrato à arquitetura econômica: topologias de interação e mecanismos de alocação

Os deslocamentos metodológicos discutidos nas seções anteriores têm consequência direta sobre como o mercado deve ser concebido. Se a economia é atravessada por mudança estrutural endógena, se firmas diferem em capacidades, rotinas e posições, e se a coordenação depende de instituições que coevoluem com os agentes, então o mercado não pode ser tratado como um espaço homogêneo e neutro no qual transações ocorrem de forma impessoal. Ele se torna, ele mesmo, um objeto que precisa ser teorizado como uma arquitetura econômica composta pela topologia das interações (quem se conecta a quem e por quais canais) e por um repertório de mecanismos de coordenação e alocação, ambos alterados pelas mutações do regime institucional-tecnológico ao longo do tempo.

Essa exigência contrasta com abordagens que, por caminhos distintos, tornam a estrutura interna do mercado metodologicamente irrelevante. No modelo walrasiano, o leiloeiro centraliza todas as conexões e os agentes não interagem diretamente entre si, configurando o caso limite “um com todos”. Em representações canônicas da teoria dos jogos, a interdependência estratégica é frequentemente modelada como “todos com todos”, isto é, como uma rede completa. Em Hayek (1945), o sistema de preços funcionaria como estatística suficiente para coordenação descentralizada. Nos três casos, a topologia é ou trivializada ou abstraída, e é essa simplificação que permite tratar o macro como agregação direta de comportamentos individuais. O deslocamento metodológico aqui proposto consiste em tomar a estrutura de interação como variável constitutiva.

O primeiro movimento é reconhecer que, mesmo em uma economia de mercado, preços e trocas não esgotam os processos pelos quais recursos – capacidades produtivas, trabalho e financiamento – são mobilizados e direcionados (alocação); nem os processos pelos quais ações dispersas se ajustam de modo minimamente coerente entre agentes com informação fragmentada e objetivos potencialmente conflitantes (coordenação).

Simon (1991b) fornece um ponto de apoio decisivo. Ao lado do mecanismo de preços, operam simultaneamente outros modos de coordenação, como o comando e o planejamento no interior das firmas, nas quais a alocação é determinada

por decisões administrativas e não por trocas; a ação do Estado, que por meio de política fiscal, monetária, regulatória e de compras públicas direciona recursos e condiciona incentivos; e a barganha, que permeia relações de trabalho, contratos entre firmas e disputas distributivas (Simon, 1962b; 1991b). O capitalismo é, constitutivamente, um sistema atravessado por conflito sobre salários, preços, condições de trabalho, acesso a crédito e direção do investimento. Esses conflitos são processados por mecanismos que não se reduzem ao ajuste de preços. Nesse sentido, a economia deve ser entendida como uma ontologia institucional complexa, abarcando uma pluralidade de mecanismos mercantis e não mercantis. Tal complexidade levou alguns economistas a tratarem a economia como sistema “misto” (Nelson, 2012, p. 24). Estado e mercado, nessa perspectiva, são interdependentes e se coconstituem: regras, políticas e formas organizacionais não apenas “interferem” no mercado, mas participam da própria produção de ambientes seletivos, trajetórias tecnológicas e condições de sobrevivência e expansão.

O segundo movimento é reconhecer que o mercado possui dimensões espaciais e tecnológicas que sobredeterminam qualquer relação econômica. Mercados operam em escalas locais, regionais, nacionais e internacionais, e essas escalas implicam estruturas de interação, custos de transação, capacidades logísticas, regimes de pagamento e padrões de difusão qualitativamente distintos. Transformações tecnológicas alteram a infraestrutura de transporte, financeira e comunicacional e, com isso, modificam os próprios padrões de relação entre agentes. Já Adam Smith observava como o barateamento do transporte (por exemplo, fluvial) ampliava a extensão do mercado e, portanto, as possibilidades de divisão do trabalho (Smith, 1981, p. 32).

A observação de Simon (1962a) ajuda a explicitar o ponto metodológico. Em sistemas complexos físicos e biológicos, subestruturas localizam-se espacialmente no interior de estruturas maiores, de modo que a proximidade espacial governa grande parte da intensidade de interação. Em sistemas sociais, embora a distância geográfica continue relevante, os padrões e a intensidade de interação não são explicados exaustivamente por contiguidade: relações produtivas, financeiras e informacionais podem ser intensas a longas distâncias e frágeis em vizinhanças imediatas; fluxos financeiros atravessam fronteiras rapidamente; expectativas e informações propagam-se por canais que não respeitam geografia. Isso desloca o foco analítico: mais do que atributos internos de agentes isolados, importa a estrutura relacional em que eles se inserem e, crucialmente, a distribuição de posições nessa estrutura. Esse ponto expande a tese de 4.2 ao incluir, além de diferenças de capacidades e rotinas, diferenças de posição, conectividade e centralidade.

Nesse registro, redes são uma família de representações úteis para descrever mercados reais. Carrara (Capítulo 8 deste livro, “Mercado”) indica que, em muitos contextos, essas redes exibem conectividade altamente assimétrica, com poucos nós mais centrais (*hubs*) e muitos nós periféricos. Grandes firmas, bancos e plataformas podem funcionar como nós que captam perturbações e as transmitem por múltiplos canais, contribuindo para distribuições muito assimétricas de tamanho, poder de mercado e influência. O ponto teórico não é afirmar uma topologia única para todo mercado, mas sustentar que topologias distintas implicam padrões distintos de propagação, coordenação, fragilidade e concentração.

O terceiro movimento é reconhecer que as transformações nos modelos de firma, discutidas em 4.2, produzem alterações na própria estrutura do mercado e reconfiguram padrões de relação entre agentes. A interdependência é constitutiva, pois organizações e mercados coevoluem e determinam-se reciprocamente (Albuquerque, Capítulo 11 deste livro, “Organizações e mercado”). Quando firmas internalizam estágios de processos produtivos, estão substituindo coordenação via preços por coordenação administrativa, alterando a própria estrutura do mercado. Inversamente, o crescimento e a transformação dos mercados em tamanho, alcance e espessura afetam as possibilidades de organização das firmas. Em períodos de crise ou guerra, as fronteiras se deslocam em direção à integração vertical e ao planejamento; em períodos de estabilidade e mercados espessos, a coordenação via mercado se expande.

A tabela de Freeman e Perez (1988), discutida na seção anterior, ilustra essa coevolução ao longo de cinco ondas longas. Na primeira revolução industrial, predominam pequenas firmas e parcerias locais; na era do vapor e das ferrovias, surgem sociedades por ações e firmas com milhares de empregados; na era do aço e da eletricidade, emergem corporações gigantes, cartéis e capital financeiro concentrado; na era fordista, consolidam-se multinacionais hierarquizadas com múltiplas plantas; na era da informação, o modelo dominante desloca-se para redes de firmas interligadas por sistemas computacionais. Cada paradigma tecnoeconômico reconfigura não apenas o tamanho e a forma das firmas, mas a própria topologia das relações de mercado.

Em síntese, o deslocamento aqui proposto consiste em abandonar a imagem do mercado como mecanismo neutro de agregação de informações dispersas e tratá-lo como instituição historicamente constituída, cuja operação depende de estruturas organizacionais, redes de relações e mecanismos de coordenação complementares. A economia capitalista é mais bem caracterizada, na convergência entre Simon (1991b) e Nelson (2012), como sistema institucional complexo que

combina mecanismos mercantis e não mercantis que coevoluem e se reconfiguram em resposta a transformações tecnológicas, organizacionais e institucionais.

5. COMPLEXIDADE E MICROFUNDAMENTAÇÃO

Os deslocamentos metodológicos estabelecidos aqui, a prioridade da dinâmica de inovação e instabilidade, a irredutibilidade da heterogeneidade e a reconceitualização do mercado como arquitetura institucional e relacional, colocam pressão sobre uma noção tradicional de microfundamentação. Em economias complexas e evolucionárias, a microfundamentação não pode ser entendida como simples redução do macro à soma de decisões de indivíduos isolados. A tarefa passa a consistir em especificar mecanismos de decisão, interação e seleção capazes de gerar padrões emergentes e transformação estrutural, reconhecendo que muitas regularidades são dependentes de escala. É nesse ponto que a ideia de teorias efetivas entra como peça metodológica. Regularidades por escala são legítimas quando capturam mecanismos relevantes e delimitam seu domínio de validade, mesmo sem uma derivação forte a partir de um nível supostamente mais básico.

Esse enquadramento exige, antes de tudo, uma explicitação do que conta como micro e de como escalas são conectadas. O termo micro pode *designar* unidades de decisão, mecanismos comportamentais e mediações institucionais. Porém, para a microfundamentação, o critério decisivo é operacional. Micro é aquilo que, no modelo, funciona como mecanismo gerativo do agregado. Em muitos problemas relevantes, esses mecanismos não residem no indivíduo tomado isoladamente, mas em estruturas intermediárias, redes de transação, cadeias produtivas, regimes tecnológicos, organizações e instituições. Assim, a microfundamentação se desloca para uma arquitetura multiescalar, na qual micro, meso e macro descrevem níveis de regularidade e de organização distintos, conectados por regras de transição e por canais de propagação.

Desse enquadramento decorrem algumas diretrizes para uma microfundamentação compatível com sistemas complexos.

Primeira diretriz: delimitar escala, horizonte temporal e domínio de validade das regularidades. Regularidades econômicas tendem a ser locais no sentido forte do termo. Valem sob certos regimes tecnológicos, configurações institucionais e janelas históricas, e podem falhar quando esses suportes mudam. A tarefa analítica é indicar em qual nível a regularidade se estabiliza e quais condições a tornam persistente, em vez de pressupor que ela se estende automaticamente a qualquer contexto. Teorias efetivas entram aqui como critério de legitimidade. Uma descrição é adequada quando captura os mecanismos relevantes do domínio em que

opera e quando explicita o que a desorganiza. A leitura de Perez (2002) ilustra como o mecanismo central muda conforme a fase da mudança de paradigma tecnológico. Na instalação, a dinâmica financeira e a corrida por lucros extraordinários reorganizam investimento e expectativas. Na difusão, passam a importar capacidades de absorção, reorganizações organizacionais e ajustamentos institucionais. Uma regularidade válida na primeira fase – por exemplo, a correlação positiva entre valorização acionária e investimento produtivo – pode inverter-se ou desaparecer na segunda. Microfundamentar é localizar, em cada fase, os mecanismos relevantes.

Segunda diretriz: tratar inovação e instabilidade como mecanismos endógenos. Se a dinâmica é prioritária, a microfundamentação precisa incorporar mecanismos de geração de novidade. O foco analítico recai sobre como surgem variações, como estas se propagam e como são retidas ou eliminadas, ou seja, em como a mudança reconstitui capacidades e restrições, alterando o próprio problema econômico. Marx oferece um exemplo claro ao analisar a mais-valia relativa. A busca por lucro extraordinário leva capitalistas individuais a introduzirem métodos que reduzem o tempo de trabalho necessário; quando o novo método se generaliza, o lucro extraordinário desaparece, mas o valor da força de trabalho cai, e a taxa de mais-valia se eleva para o conjunto da classe. Ao mesmo tempo, Marx (2017) observa, o ganho de produtividade produzido pela inovação tende a aumentar o gasto proporcional com maquinarias e capital circulante, ensejando uma força de compressão da taxa de lucro. Um segundo exemplo seria uma teoria do consumidor que incorpora aprendizagem e difusão torna a demanda um processo. A adoção de novos bens pode depender de imitação, informação social e efeitos de rede, gerando pontos de inflexão e padrões de histerese.

Terceira diretriz: tratar heterogeneidade e estrutura de interação como parte do mecanismo gerador. Em sistemas complexos, o agregado depende de composição e conectividade. Não basta reconhecer que agentes diferem. É preciso mostrar como diferenças persistem, como se amplificam ou se dissipam, e como posições distintas na arquitetura de relações alteram propagação de choques, coordenação e seleção. É nesse sentido que “quem interage com quem” entra como determinante, e não como pano de fundo. A ilustração clássica desse ponto já aparece em Smith (1981), que observou como a extensão do mercado, ao ampliar a rede de trocas, permite divisão do trabalho mais fina e, com ela, diferenciação crescente entre produtores. A análise de Carrara (Capítulo 8 deste livro “Mercado”) permite interpretar volatilidade intermitente e caudas pesadas em séries de preços como efeitos de propagação em redes de transação com conectividade assimétrica. *Hubs* como grandes firmas, bancos e plataformas canalizam perturbações e

aceleram difusão. Portanto, a heterogeneidade é produto e condição da dinâmica. Microfundamentar, aqui, é explicar como a topologia da rede e suas defasagens geram padrões agregados.

Quarta diretriz: incorporar mediações institucionais e coordenação mista, com ênfase no nível meso. A economia capitalista combina mecanismos mercantis e não mercantis. Parte relevante da alocação e da coordenação ocorre por comando interno e contratos, por padrões técnicos e regulação, e por mecanismos financeiros e disputas distributivas. O nível meso aparece como o lugar em que regras e organizações se difundem, competem e se estabilizam, conectando decisões locais a regularidades agregadas. Ricardo (1951) já percebia que a determinação dos salários não se resolve apenas no mercado, mas depende de “hábitos e costumes” e de condições históricas que definem o “preço natural” do trabalho. Coase (1937) e Simon (1962b; 1991b) tornam visível que a firma substitui preço por coordenação administrativa em partes do sistema, e que contratos carregam muito mais do que preços e quantidades. Microfundamentar, nesse domínio, é mostrar como formas de governança, estruturas financeiras e regras institucionais configuram ambientes seletivos e trajetórias de reorganização.

Quinta diretriz: separar critério seletivo de regra de decisão. O lucro disciplina o sistema enquanto critério de sobrevivência e expansão. Porém, isso não autoriza inferir que firmas decidem por maximização global. A racionalidade limitada de Simon (1991a) organiza essa distinção. Níveis de aspiração, busca sequencial, rotinas e aprendizagem incremental são compatíveis com seleção pelo lucro. A tarefa é especificar como regras de decisão, sob restrições cognitivas e informacionais, interagem com um ambiente seletivo que premia algumas rotinas e elimina outras. Essa separação permite preservar a centralidade do lucro para a dinâmica do capitalismo sem recair em psicologias otimizadoras que eliminam a própria incerteza que se deseja explicar.

6. CONCLUSÃO

O conjunto dessas diretrizes permite redefinir microfundamentação com um critério mais preciso e mais compatível com mudança estrutural. Microfundamentar é identificar mecanismos gerativos na escala apropriada e explicitar como estes produzem padrões agregados sob uma arquitetura de interação e sob mediações institucionais específicas. Em vez de tratar o macro como simples agregação, trata-se de explicar como padrões emergem, persistem e se transformam, e por que certas regularidades valem apenas em certos domínios. Essa interpretação também prepara a formalização posterior. Se regularidades são dependentes de

escala, a análise precisa indicar as condições de validade, os canais de propagação e os mecanismos de transição que conectam escalas. Com isso, a microfundamentação deixa de ser uma exigência de redução ao indivíduo e passa a ser uma exigência de explicitação causal. O objetivo passa a ser uma descrição efetiva e operativa do sistema econômico enquanto sistema complexo e evolucionário.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Eduardo M. Surplus Profit: A Key Concept for an Investigation of Modern Industrial Capitalism. In: DE PAULA, João Antônio; DA GAMA CERQUEIRA, Hugo; DE DEUS, Leonardo G.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. (Org.). *Marx for the 21st Century*. Cham: Palgrave MacMillan, 2025. página 183-209.
- ANDERSON, Philip W. More is Different. *Science*, v. 177, n. 4.047, p. 393-396, 4 Aug. 1972.
- ARTHUR, William Brian. Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events. *The Economic Journal*, v. 99, n. 394, p. 116-131, 1 Mar. 1989.
- ARTHUR, William Brian. Foundations of Complexity Economics. *Nature Reviews Physics*, v. 3, n. 2, p. 136-145, 2021.
- ARTHUR, William Brian; DURLAUF, Steven N.; LANE, David. *The Economy as an Evolving Complex System II*. Boca Raton: CRC Press, 2018.
- BATTERMAN, Robert W. *The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction, and Emergence*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- BEDAU, Mark. Weak Emergence. *Philosophical Perspectives*, v. 11, p. 375-399, 1997.
- CAT, Jordi. The Unity of Science. In: ZALTA, Edward N.; NODELMAN, Uri (Org.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2022.
- CHALMERS, David J. Strong and Weak Emergence. In: CLAYTON, Philip; DAVIES, Paul (Org.). *The Re-emergence of Emergence*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 244-256.
- COASE, Ronald H. The Nature of the Firm. *Economica*, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937.
- DAVID, Paul. Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.
- DOPFER, Kurt; FOSTER, John; POTTS, Jason. Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 14, n. 3, p. 263-279, 1 July 2004.
- DOSI, Giovanni. 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, 1 June 1982.
- DOSI, Giovanni. Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change. *The Economic Journal*, v. 107, n. 444, p. 1.530-1.547, 1997.
- DOSI, Giovanni; MARENGO, Luigi; BASSANINI, Andrea; VALENTE, Marco. Norms as Emergent Properties of Adaptive Learning: The Case of Economic Routines. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 9, n. 1, p. 5-26, 1 Feb. 1999.

- FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural Crises of Adjustment – Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERG, Gerald; SOETE, Luc. *Technical Change and Economic Theory*. New York: Pinter Publishers, 1988. p. 38-66.
- HAYEK, Friedrich A. The Use of Knowledge in Society. *The American Economic Review*, v. 35, n. 4, p. 519-530, 1945.
- HODGSON, Geoffrey M. What Are Institutions? *Journal of Economic Issues*, v. 40, n. 1, p. 1-25, 2006.
- HUME, David. *Essays: Moral, Political and Literary*. Indianapolis: Liberty Fund, 1987.
- KANT, Immanuel. *Kritik der reinen Vernunft*. Hamburg: Felix Meiner Verlag, 1998.
- KEYNES, John Maynard. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- KIRMAN, Alan P. Whom or What Does the Representative Individual Represent? *The Journal of Economic Perspectives*, v. 6, n. 2, p. 117-136, 1992.
- KRAKAUER, David C. The Complex World: An Introduction to the Foundations of Complexity Science. In: KRAKAUER, David C. (Org.). *Foundational Papers in Complexity Science*. Santa Fe: SFI Press, 2024. v. 1. p. 3-93.
- LAUGHLIN, Robert B.; PINES, David. The Theory of Everything. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 97, n. 1, p. 28-31, 4 Jan. 2000.
- MARX, Karl. *O capital*: Livro I. São Paulo: Boitempo Editorial, 2015.
- MARX, Karl. *O capital*: Livro III. São Paulo: Boitempo Editorial, 2017.
- MAS-COLELL, Andreu; WHINSTON, Michael D.; GREEN, Jerry R. *Microeconomic Theory*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- NELSON, Richard. Economics from an Evolutionary Perspective. In: NELSON, Richard; DOSI, Giovanni; HELFAT, Constance; PYKA, Andreas; SAVIOTTI, Pier Paolo; LEE, Keun; DOPFER, Kurt; MALERBA, Franco; WINTER, Sidney. *Modern Evolutionary Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. p. 1-34.
- NELSON, Richard; WINTER, Sidney. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: The Belknap Press, 1982.
- PEREZ, Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.
- RIBEIRO, Leonardo Costa; DE DEUS, Leonardo G.; LOUREIRO, Pedro M.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. Profits and Fractal Properties: Notes on Marx, Countertendencies and Simulation Models. *Review of Political Economy*, v. 29, n. 2, p. 282-306, 3 Apr. 2017.
- RICARDO, David. *The Works and Correspondence of David Ricardo: On the Principles of Political Economy and Taxation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1951. v. I.
- SCHUMPETER, Joseph A. The Instability of Capitalism. *The Economic Journal*, v. 38, n. 151, p. 361-386, 1928.
- SCHUMPETER, Joseph A. Depressions. In: BROWN, Douglas (Org.). *The Economics of the Recovery Program*. New York: Whittlesey House, 1934. p. 3-21.
- SCHUMPETER, Joseph A. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill Book Company, Incorporated, 1939. v. 1

SCHUMPETER, Joseph A. *Das Wesen des Geldes*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1970.

SHAIKH, Anwar. The Falling Rate of Profit as the Cause of Long Waves: Theory and Empirical Evidence. In: KLEINKNECHT, Alfred; MANDEL, Ernest; WALLERSTEIN, Immanuel (Org.). *New Findings in Long-Wave Research*. London: Palgrave Macmillan UK, 1992. p. 174-202.

SHAIKH, Anwar. *Capitalism: Competition, Conflict, Crises*. Oxford: Oxford University Press, 2016.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis; PEROSA, Bruno Benzaquen. Álcool combustível no Brasil e Path Dependence. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 50, p. 243-262, 2012.

SIMON, Herbert A. Rational Choice and the Structure of the Environment. *Psychological Review*, v. 63, n. 2, p. 129-138, 1956.

SIMON, Herbert A. A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.

SIMON, Herbert A. The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962a.

SIMON, Herbert A. New Developments in the Theory of the Firm. *The American Economic Review*, v. 52, n. 2, p. 1-15, 1962b.

SIMON, Herbert A. Bounded Rationality and Organizational Learning. *Organization Science*, v. 2, n. 1, p. 125-134, 1991a.

SIMON, Herbert A. Organizations and Markets. *The Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 2, p. 25-44, 1991b.

SMITH, Adam. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Indianapolis: *Liberty Fund*, 1981. v. I.

VAN RIEL, Raphael; VAN GULICK, Robert. Scientific Reduction. In: ZALTA, Edward N.; NODELMAN, Uri (Org.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Winter 2025 ed. [S.l.]: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2025.

WIESE, Harald. *Advanced Microeconomics*. Wiesbaden: Springer Nature, 2021.

CAPÍTULO

2

Inovação

Renato de Castro Garcia

INOVAÇÃO COMO UM CONCEITO

Desde Schumpeter (1911), os estudos da inovação consolidaram-se como um campo central para compreender a dinâmica do sistema econômico, ao explicar como a mudança técnica reconfigura estruturas produtivas, padrões de concorrência e trajetórias de crescimento. Nas últimas décadas, esse campo ampliou-se de forma interdisciplinar, articulando contribuições da economia, geografia, história, gestão, ciência política, sociologia e engenharias, além de incorporar novas agendas empíricas e influenciar o debate sobre políticas públicas. Diante da amplitude dessa literatura, este capítulo não pretende oferecer uma revisão exaustiva do campo, mas reconstruir alguns de seus principais fundamentos teóricos, com ênfase na tradição schumpeteriana e evolucionária, e discutir como essas contribuições ajudam a compreender a relação entre inovação, mudança estrutural e desenvolvimento.

A formulação original de Schumpeter (1911) remete ao conceito de inovação aos processos rivalísticos, em que os atores privados buscam formas de diferenciação capazes de lhes proporcionar ganhos econômicos extraordinários, ainda que temporários. A partir de seu papel entranhado no seio dos processos de concorrência, a inovação passou a ocupar posição central na explicação do desenvolvimento econômico e social.

A mais comum *definição de inovação* refere-se ao processo de introdução de novas ideias, produtos, serviços ou métodos que resultam em melhorias significativas em relação ao estado anterior. Ela pode ocorrer de várias formas, como inovação tecnológica, organizacional, de produto ou de processo. No contexto empresarial, a inovação é crucial para a competitividade e o crescimento das firmas, pois permite que as empresas se adaptem às mudanças do mercado, atendam às necessidades dos consumidores e explorem novas oportunidades. Ela não se restringe à criação radical de novidades, mas inclui melhorias incrementais e adaptações validadas no ambiente de seleção do mercado. Nesse sentido, a inovação envolve tanto a geração quanto a difusão de novas soluções, sendo um processo econômico e social que depende da capacidade de implementação, aprendizado e adaptação dos agentes.

Convém distinguir, ainda que brevemente, invenção e inovação. A invenção refere-se à criação de uma nova solução técnica, princípio de funcionamento ou combinação de conhecimentos, enquanto a inovação diz respeito à sua implementação econômica e social em produtos, processos, serviços ou formas organizacionais efetivamente introduzidos e validados em determinado contexto. Essa distinção é importante porque nem toda invenção se converte em inovação, e porque a inovação envolve, além da novidade técnica, processos de adaptação, difusão, aprendizado e incorporação organizacional. Nessa perspectiva, a literatura também tem enfatizado o caráter recombinação da mudança técnica: novas soluções tendem a emergir da articulação de elementos tecnológicos previamente existentes, e não apenas de descobertas inteiramente inéditas (Arthur, 2007). Isso reforça a compreensão da inovação como processo cumulativo, interativo e historicamente situado.

Do ponto de vista analítico, diferentes modelos foram desenvolvidos para explicar como a inovação emerge e se consolida ao longo do tempo, influenciando tanto políticas públicas quanto estratégias empresariais. O modelo linear de inovação, amplamente difundido no pós-Segunda Guerra Mundial a partir do relatório de Vannevar Bush (*Science, the Endless Frontier*), concebia a inovação como um processo predominantemente *technology-push*, externo à dinâmica econômica e impulsionado pelo investimento em pesquisa básica, especialmente no contexto da *Big Science* (Britto Cruz, 2014). A partir dos anos de 1980, esse modelo foi progressivamente substituído por abordagens interativas, notadamente o modelo de Kline e Rosenberg, que propõe a compreensão da inovação como um processo endógeno, cumulativo e social, baseado em intensas interações entre atores econômicos e em redes complexas de relacionamento (Kline; Rosenberg, 1986). Embora esse avanço tenha ampliado significativamente o entendimento da inovação, a

literatura empírica permaneceu por longo período excessivamente concentrada em tecnologias manufatureiras e produtos tangíveis, com dificuldades para captar inovações incrementais, processos informais de aprendizado e a crescente importância dos serviços e dos ativos intangíveis, especialmente em pequenas e médias empresas. A incorporação da noção de *open innovation*, nos anos 2000, contribuiu para ampliar esse escopo ao reconhecer o papel de comunidades de conhecimento e interações colaborativas além das estruturas formais. Ainda assim, persistem desafios relevantes, sobretudo quanto à incorporação de questões de sustentabilidade e desigualdade e à articulação entre dinâmicas locais e redes globais de conhecimento.

O capítulo está organizado em quatro eixos principais. Inicialmente, discute-se a inovação como conceito e recuperam-se alguns antecedentes centrais a partir de Marx e Schumpeter. Em seguida, apresenta-se o núcleo da abordagem evolucionária e neoschumpeteriana, com ênfase em busca e seleção, trajetórias tecnológicas, capacitações, instituições e sistemas de inovação. Na terceira parte, discutem-se desafios recentes da agenda de pesquisa em inovação. Por fim, examina-se como esses aportes ajudam a compreender os dilemas específicos da inovação em países em desenvolvimento.

UM ANTECEDENTE FUNDAMENTAL: KARL MARX

Embora Karl Marx não tenha formulado uma teoria da inovação nos termos empregados pela economia contemporânea, sua obra oferece um arcabouço analítico fundamental para compreender a mudança técnica como elemento constitutivo da dinâmica capitalista. Longe de um determinismo tecnológico ou de um desinteresse pelos processos produtivos concretos, a inovação ocupa posição central em sua análise, articulando-se às categorias de concorrência, acumulação e mais-valia relativa (Rosenberg, 1976; Frison, 1988). Nesse sentido, Marx pode ser compreendido como precursor de abordagens que tratam a inovação como um processo histórico, endógeno e intrinsecamente conflitivo.

Em Marx, a mudança técnica não é exógena nem neutra. Ela emerge das pressões competitivas entre capitais e da busca permanente por valorização, sendo inseparável das relações sociais de produção. A concorrência capitalista não é concebida como um mecanismo de ajuste em direção ao equilíbrio, mas como um processo dinâmico e desigual, no qual a inovação desempenha papel central na criação, erosão e recomposição de vantagens competitivas (Rosenberg, 1976; Possas, 1989). A inovação, portanto, não decorre da simples aplicação do pro-

gresso científico, mas de estratégias empresariais voltadas à redução de custos, ao aumento da produtividade e à apropriação de lucros extraordinários.

O núcleo da análise marxiana da inovação encontra-se no conceito de mais-valia relativa. Ao distinguir entre mais-valia absoluta e relativa, Marx identifica no aumento da produtividade do trabalho, obtido por meio da introdução de novas técnicas, máquinas e formas de organização, o principal motor da acumulação capitalista nos estágios avançados do capitalismo. A inovação permite ao capital individual reduzir o tempo de trabalho socialmente necessário e apropriar-se, ainda que temporariamente, de lucros extraordinários. Contudo, a difusão tecnológica tende a reconstituir novos padrões médios de produtividade, desencadeando sucessivas rodadas de inovação e reforçando o caráter instável e cumulativo da concorrência capitalista (Foley, 1986).

Essa dinâmica implica rejeitar qualquer leitura tecnodeterminista da inovação. Marx distingue, ainda que implicitamente, entre técnica, definida como os métodos concretos de produção, e tecnologia, entendida como conhecimento sistematizado incorporado em máquinas, processos e formas organizacionais (Frison, 1988). A inovação não se limita à introdução de novos equipamentos, mas envolve transformações profundas na divisão do trabalho, no controle do processo produtivo e nas relações sociais no interior da firma. A tecnologia, longe de ser neutra, reflete interesses do capital em disciplinar o trabalho, reduzir a dependência do trabalho vivo e intensificar a concorrência intercapitalista (Rosenberg, 1976).

Como consequência, as firmas diferem estruturalmente em suas capacidades tecnológicas e organizacionais, e a inovação não se difunde de forma homogênea. Ao contrário, ela gera trajetórias tecnológicas assimétricas, reforçando a heterogeneidade estrutural do capitalismo e produzindo diferenciais persistentes de custos e rentabilidade (Possas, 1987; Shaikh, 2016). A mudança técnica, assim, não elimina desigualdades competitivas, mas tende a reproduzi-las e aprofundá-las ao longo do tempo, reorganizando setores e padrões de concorrência. Essa leitura é explicitada de forma particularmente rica em *Fragmentos sobre as máquinas*, no qual Marx evidencia tanto o potencial emancipatório quanto o caráter contraditório da inovação sob o capitalismo (ver Box 1).

Box 1. Inovação, tecnologia e conhecimento em *Fragmentos sobre as máquinas* de Marx

Em *Fragmentos sobre as máquinas*, seção dos *Grundrisse* (1857-1858), Karl Marx desenvolve uma análise particularmente sofisticada sobre o papel da inovação tecnológica e do conhecimento científico na dinâmica do capitalismo industrial. Nesse texto, Marx antecipa questões centrais para a compreensão da mudança técnica ao tratar a tecnologia não como elemento neutro ou meramente instrumental, mas como expressão histórica das relações sociais de produção e da lógica da valorização do capital.

Com o avanço da grande indústria, a maquinaria deixa de ser um simples instrumento subordinado ao trabalhador e passa a constituir um sistema automático de produção. O trabalho humano torna-se progressivamente subordinado ao movimento das máquinas, assumindo funções de supervisão, controle e coordenação. A mudança técnica manifesta-se, assim, por meio da incorporação sistemática da ciência ao capital fixo, deslocando a base da produtividade da habilidade individual para o conhecimento socialmente acumulado e cristalizado em máquinas, processos e formas organizacionais.

É nesse contexto que Marx formula o conceito de *general intellect*, entendido como o conjunto de saberes científicos, técnicos e organizacionais produzidos coletivamente ao longo do desenvolvimento histórico, mas incorporados ao processo produtivo sob a forma de capital. Embora esse conhecimento seja resultado da cooperação social e do avanço da ciência, ele é apropriado privadamente pelo capital, evidenciando uma contradição fundamental entre o caráter social da inovação e sua forma capitalista de apropriação. *Fragmentos sobre as máquinas* antecipa, assim, uma leitura segundo a qual o *general intellect* tende a se tornar a principal força produtiva, aprofundando a tensão entre a lógica da valorização e o caráter coletivo da produção do conhecimento (Vercellone, 2007).

O texto também destaca a centralidade do tempo de trabalho como medida do valor. À medida que a produção passa a depender crescentemente da automação e do conhecimento incorporado, o trabalho direto perde centralidade como fonte da riqueza material, revelando os limites históricos da lei do valor-trabalho. Marx aponta que o potencial emancipatório da inovação reside na redução do tempo de trabalho necessário e na ampliação do tempo livre como verdadeira medida da riqueza social – possibilidade que, no entanto, permanece bloqueada sob as relações capitalistas de produção.

Fonte: Marx (1993 [1857-1858]); Vercellone (2007).

A atualização dessa leitura para o capitalismo contemporâneo pode ser feita por meio do conceito de lucro excedente, entendido como ganhos acima da taxa média obtidos por firmas que detêm vantagens competitivas duradouras, frequentemente associadas à inovação tecnológica (Albuquerque, 2025). Em contextos de elevada concentração tecnológica e aprendizado cumulativo, a concorrência não elimina necessariamente esses diferenciais, mas pode reproduzi-los por meio de trajetórias tecnológicas assimétricas. A inovação, nesse sentido, permanece simultaneamente fonte de dinamismo e de instabilidade estrutural no capitalismo moderno (Possas, 1987; Shaikh, 2016).

Em síntese, a recuperação de Marx permite compreender a inovação como elemento constitutivo da dinâmica capitalista, articulando concorrência, acumulação, poder e desigualdade. Em sua leitura, a mudança técnica é endógena, histó-

rica e conflitiva, operando como força central de transformação e diferenciação no capitalismo. Marx constitui, assim, referência importante para o diálogo com Schumpeter e com os estudos contemporâneos sobre inovação. Essa aproximação, contudo, não elimina diferenças relevantes: enquanto Marx enfatiza a mudança técnica como expressão das contradições da acumulação e das relações sociais de produção, Schumpeter a entende como motor endógeno do desenvolvimento econômico e da concorrência dinâmica. O diálogo entre ambos, portanto, é menos o de uma continuidade linear do que o de perspectivas distintas que convergem ao reconhecer a centralidade da mudança técnica no capitalismo.

BACK TO THE MASTER: J. A. SCHUMPETER **E A DINÂMICA ECONÔMICA**

O principal autor de referência nos estudos da inovação é seguramente Joseph A. Schumpeter. A contribuição de Schumpeter para a compreensão da inovação constitui um dos pilares da teoria econômica do desenvolvimento capitalista e ensejou o surgimento de uma tradição de estudos da inovação, frequentemente chamada de economia evolucionária ou neoschumpeteriana (Possas, 2008). Em oposição às abordagens neoclássicas-ortodoxas, centradas no equilíbrio e em ajustes marginais, Schumpeter concebe o capitalismo como um sistema dinâmico, evolutivo e estruturalmente instável, no qual a inovação desempenha papel central. A inovação não é um fenômeno residual, mas o elemento organizador do desenvolvimento econômico, responsável por transformações qualitativas na estrutura produtiva.

O ponto de partida do modelo schumpeteriano é a distinção entre crescimento econômico e desenvolvimento econômico. O crescimento refere-se à expansão quantitativa da produção dentro de uma estrutura produtiva dada, associada ao funcionamento rotineiro da economia, o chamado *fluxo circular*. O desenvolvimento, por sua vez, corresponde a rupturas descontínuas nesse fluxo, resultantes da introdução de inovações que alteram a estrutura do sistema econômico (Schumpeter, 1911; Costa, 2006). No modelo schumpeteriano, o fluxo circular representa o estado de funcionamento rotineiro da economia capitalista na ausência de inovação. Trata-se de uma construção analítica na qual o sistema econômico se reproduz continuamente a partir das mesmas técnicas de produção e das mesmas formas de organização produtiva. Nesse contexto, firmas, trabalhadores e consumidores orientam suas decisões por hábitos, rotinas e expectativas consolidadas, ajustando-se às condições existentes sem promover transformações qualitativas na estrutura econômica (Schumpeter, 1911).

A coordenação econômica no fluxo circular ocorre por meio de ajustes essencialmente adaptativos. A produção responde à demanda corrente, os preços refletem os custos médios de produção e os lucros extraordinários tendem a ser inexistentes ou transitórios. Embora esse estado se aproxime de uma situação de equilíbrio, Schumpeter não o concebe como um equilíbrio walrasiano formal, mas como uma regularidade dinâmica baseada na repetição das mesmas combinações produtivas ao longo do tempo (Costa, 2006). Um aspecto central desse funcionamento é que ele não gera desenvolvimento de forma endógena. Mesmo quando há crescimento quantitativo, decorrente, por exemplo, do aumento populacional ou da acumulação de capital, a estrutura produtiva permanece inalterada, e a concorrência se limita à adaptação às condições vigentes.

É precisamente em oposição a essa estrutura que Schumpeter define a inovação. A introdução de novas combinações rompe o fluxo circular, pois não pode ser absorvida por simples ajustes marginais. Ao deslocar a economia de sua trajetória rotineira, a inovação gera desequilíbrios, cria lucros extraordinários e desencadeia um processo de reconfiguração produtiva, com reflexos sobre os processos rivalísticos. Assim, o conceito de fluxo circular cumpre um papel analítico fundamental ao permitir distinguir claramente entre reprodução econômica e desenvolvimento econômico, colocando a inovação no centro da explicação da mudança estrutural no capitalismo (Schumpeter, 1911).

No centro da dinâmica schumpeteriana está o conceito de inovação como realização econômica de “novas combinações”. Em *The Theory of Economic Development*, Schumpeter identifica cinco formas fundamentais: (i) novos bens ou novas qualidades de bens existentes; (ii) novos métodos de produção; (iii) abertura de novos mercados; (iv) novas fontes de matérias-primas; e (v) reorganização da indústria, incluindo a criação ou a ruptura de posições monopolistas (Schumpeter, 1911).

Essas novas combinações não emergem de forma automática nem difusa. Elas são introduzidas por um agente específico, o empresário inovador. O empresário schumpeteriano não se confunde com o capitalista nem com o gestor operacional da firma. Sua função econômica consiste em romper com a rotina, deslocando o sistema do fluxo circular por meio da implementação de inovações. Trata-se de uma função temporária, associada à liderança do processo de mudança, e não a uma posição estrutural permanente. A introdução de inovações gera desequilíbrios sistêmicos. Ao romper a rotina, o empresário inovador obtém lucros extraordinários temporários, que representam o verdadeiro incentivo à inovação. Contudo, esses lucros são progressivamente erodidos pela imitação e pela difusão das novas técnicas, intensificando a concorrência. Assim, a concorrência capi-

talista assume, em Schumpeter, a forma de concorrência por inovação, e não de competição de preços em mercados estáticos (Schumpeter, 1911; 1942).

Essa lógica é aprofundada em *Business Cycles*, no qual Schumpeter articula inovação e flutuações econômicas de longo prazo. As inovações tendem a surgir em *clusters*, impulsionadas por oportunidades tecnológicas e institucionais comuns. Esses *clusters* desencadeiam fases de expansão econômica, caracterizadas por investimento, crédito e aumento da produtividade. Com a difusão das inovações, entretanto, as rendas extraordinárias se dissipam, conduzindo à desaceleração e à crise, até que um novo ciclo inovativo seja iniciado (Schumpeter, 1939). A instabilidade, portanto, não é uma anomalia, mas um traço constitutivo do capitalismo inovador. Em *Capitalism, Socialism and Democracy*, Schumpeter introduz explicitamente o conceito de destruição criativa, entendido como o processo pelo qual novas tecnologias, produtos e formas organizacionais substituem as antigas, redefinindo continuamente a estrutura econômica. Nessa formulação, o autor também reconhece que a inovação passa a ser cada vez mais institucionalizada em grandes corporações, reduzindo o papel do empresário individual heroico (ver Box 2).

Box 2. Destruição criativa e a dinâmica do capitalismo inovador

O conceito de destruição criativa constitui um dos elementos centrais da interpretação schumpeteriana do sistema econômico e representa uma síntese madura de sua teoria da inovação. Introduzido de forma explícita em *Capitalism, Socialism and Democracy*, o termo designa o processo pelo qual novas tecnologias, produtos, métodos de produção e formas organizacionais substituem continuamente as antigas, transformando a estrutura econômica de maneira profunda e irreversível (Schumpeter, 1942).

Para Schumpeter, a destruição criativa não é um fenômeno excepcional ou isolado, mas o mecanismo fundamental de funcionamento do sistema econômico. O dinamismo capitalista decorre menos da concorrência de preços em mercados estabelecidos e mais da concorrência baseada em inovações que tornam obsoletas firmas, setores e tecnologias existentes. Nesse sentido, a destruição criativa explica simultaneamente o crescimento de longo prazo, a mudança estrutural e a instabilidade inerente ao funcionamento do sistema econômico.

Esse processo está intimamente ligado à lógica da inovação. Cada inovação bem-sucedida cria vantagens competitivas temporárias para seus introdutores, ao mesmo tempo que desvaloriza ativos, competências e organizações associadas às tecnologias anteriores. A destruição criativa, portanto, envolve tanto criação quanto destruição: a emergência de novos setores ocorre paralelamente ao declínio de atividades estabelecidas. Essa combinação distingue o desenvolvimento econômico schumpeteriano de simples processos de crescimento contínuo.

Na formulação de Schumpeter, a destruição criativa passa a ser cada vez mais institucionalizada. A inovação deixa de ser predominantemente obra do empresário individual e passa a ser organizada no interior de grandes corporações, por meio de departamentos sistemáticos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A literatura neoschumpeteriana aprofundou essa visão, destacando o caráter cumulativo, organizacional e institucional da inovação (Nelson; Winter, 1982; Freeman; Soete, 1997), bem como sua centralidade para a dinâmica competitiva e a transformação estrutural do capitalismo contemporâneo.

Fonte: Schumpeter, 1942.

A literatura neosschumpeteriana sistematizou esses elementos, destacando a inovação como processo cumulativo, incerto e dependente do contexto institucional (Dosi, 1988; Nelson; Winter, 1982; Freeman; Soete, 1997). Trabalhos posteriores enfatizam que diferentes setores apresentam padrões distintos de inovação, variando quanto à oportunidade tecnológica, apropriabilidade e organização industrial, em linha com a herança schumpeteriana (Malerba; Orsenigo, 1996; Fagerberg, 2003). Evidências empíricas recentes mostram, inclusive, que ambientes mais “turbulentos” tendem a favorecer inovações de ruptura, reforçando a centralidade da concorrência dinâmica no modelo schumpeteriano (Fontana *et al.*, 2012).

Em síntese, o modelo schumpeteriano de inovação pode ser caracterizado por quatro elementos centrais: (i) a inovação como motor endógeno do desenvolvimento econômico; (ii) a inovação como ruptura qualitativa da estrutura produtiva, por meio de novas combinações; (iii) a concorrência baseada em inovação e destruição criativa; e (iv) o caráter histórico, institucional e mutável dos agentes e formas de organização da inovação. Essa estrutura conceitual permanece fundamental para a compreensão contemporânea da dinâmica capitalista e da mudança estrutural.

CARACTERÍSTICAS MICROECONÔMICAS DA INOVAÇÃO

Fundamentos do modelo de busca e seleção na teoria evolucionária

Schumpeter estabeleceu a inovação como motor endógeno do desenvolvimento capitalista. A partir desse legado, a teoria evolucionária, particularmente em Nelson e Winter, procurou explicar com maior precisão os mecanismos por meio dos quais esse processo se realiza no interior das firmas e dos mercados. Em crítica à economia neoclássica-ortodoxa, os autores rejeitam a ideia de que a inovação possa ser tratada como resultado de escolhas racionais entre alternativas conhecidas. Para eles, a mudança tecnológica é um processo histórico, incerto e cumulativo, marcado por experimentação, aprendizado e resultados imprevisíveis, e não uma escolha ótima entre opções previamente dadas.

O ponto de partida do modelo é a rejeição da hipótese de racionalidade substantiva. Inspirados em Herbert Simon, Nelson e Winter assumem que as firmas operam sob racionalidade limitada, enfrentando incerteza genuína quanto aos resultados de suas decisões inovativas. Nesse contexto, as decisões não são tomadas por meio de cálculos ótimos, mas com base em regras práticas, heurísticas e

procedimentos organizacionais que orientam o comportamento das firmas ao longo do tempo. A inovação, portanto, não é uma decisão marginal contínua, mas um processo marcado por tentativa e erro e aprendizado cumulativo.

É nesse enquadramento que os autores introduzem a noção de processos de busca como elemento central da dinâmica inovativa. A busca corresponde aos esforços deliberados das firmas para resolver problemas técnicos e econômicos, frequentemente acionados quando o desempenho observado fica abaixo de um nível considerado satisfatório. As firmas não conhecem *ex-ante* o conjunto de soluções viáveis nem os resultados potenciais de suas escolhas. A inovação resulta, assim, de um processo de exploração heurística, conduzido sob elevada incerteza.

Em *An Evolutionary Theory of Economic Change* (1982), essa lógica é aprofundada a partir do conceito de rotinas organizacionais, que ocupa posição central no arcabouço teórico. As rotinas são definidas como padrões relativamente estáveis de comportamento que governam tanto as operações correntes quanto as atividades de investimento e de P&D das firmas. Nelson e Winter recorrem deliberadamente à analogia biológica: as rotinas funcionam como o “material hereditário” das organizações, incorporando conhecimento produtivo, tecnológico e organizacional. Embora não sejam imutáveis, tendem a se reproduzir ao longo do tempo e a mudar de forma incremental, conferindo estabilidade ao comportamento das firmas e explicando a persistência da heterogeneidade interfirmas (Costa; Costa, 2022).

Os processos de busca são estruturados a partir desse conjunto de rotinas. Em regra, a busca é local, no sentido de que se concentra em áreas tecnológicas e organizacionais próximas às competências já dominadas pela firma. Como consequência, o processo inovativo é fortemente dependente da trajetória, e as oportunidades futuras são moldadas por escolhas passadas. Esse mecanismo ajuda a explicar o predomínio de inovações incrementais e a dificuldade de mudanças tecnológicas mais radicais.

A busca gera variedade. Diferentes firmas, dotadas de rotinas, experiências e capacidades distintas, exploram soluções tecnológicas diversas sob condições de incerteza. Essa variedade, contudo, não garante sucesso econômico. Os resultados da busca são submetidos a processos de seleção *ex-post*, sobretudo por meio da concorrência, que atua como principal mecanismo seletivo. As firmas cujas rotinas inovativas resultam em melhor desempenho tendem a crescer, ganhar participação de mercado e influenciar a direção do progresso técnico, enquanto outras perdem espaço ou desaparecem. Essa seleção, no entanto, não se limita ao critério de lucro instantâneo. (Paula; Botelho, 2022). O desempenho relevante pode envolver sobrevivência, crescimento e adaptação organizacional, além de

ser influenciado por instituições, padrões tecnológicos e estruturas de mercado (Nelson, 1995; 2002). A dinâmica resultante pode ser sintetizada como um processo contínuo de variedade, seleção e retenção, no qual as soluções bem-sucedidas são incorporadas sob a forma de novas ou modificadas rotinas, orientando o comportamento futuro das firmas. Esse mecanismo ajuda a explicar por que o progresso tecnológico é cumulativo, desigual e marcado por assimetrias persistentes entre firmas e setores.

TRAJETÓRIAS E PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

No marco da teoria evolucionária de Nelson e Winter, baseada em processos de busca e seleção, a noção de paradigmas e trajetórias tecnológicas proposta por Giovanni Dosi aprofunda a compreensão da mudança técnica ao explicar como o espaço de busca das firmas é estruturado e direcionado historicamente. A proposta original de Dosi sobre paradigmas e trajetórias tecnológicas surge como uma crítica direta à visão neoclássica-ortodoxa da mudança técnica e como um esforço de dar fundamentos microeconômicos ao processo de inovação. Para Dosi (1982), a inovação não resulta de escolhas racionais entre um conjunto conhecido de alternativas tecnológicas, mas de um processo incerto, cumulativo e historicamente condicionado, no qual os agentes operam intrinsecamente com racionalidade limitada. Em relação a Nelson e Winter, o ganho analítico de Dosi está em mostrar que a busca inovativa não é apenas incerta e local, mas também estruturada por paradigmas que delimitam os problemas relevantes, as soluções admissíveis e as direções prováveis do progresso técnico.

O conceito central é o de paradigma tecnológico, definido como um *modelo de solução de problemas tecnológicos*, que combina princípios científicos, artefatos exemplares, procedimentos heurísticos e uma visão compartilhada sobre quais problemas são relevantes e quais soluções são aceitáveis. Um paradigma tecnológico funciona de maneira análoga aos paradigmas científicos de Kuhn (1962), ao delimitar o espaço de busca dos agentes e orientar seus esforços inovativos, reduzindo a incerteza e estruturando as expectativas. Assim, o paradigma não apenas viabiliza a inovação, mas também canaliza e restringe suas direções possíveis.

A partir de um paradigma, desenvolvem-se as trajetórias tecnológicas, que correspondem aos padrões relativamente regulares e cumulativos de progresso técnico ao longo do tempo. As trajetórias refletem a exploração incremental das oportunidades abertas pelo paradigma, sendo marcadas por processos de aprendizado por fazer, por usar e por interagir (*learning by doing, by using and by interacting*), bem como por fortes efeitos de dependência de trajetória (*path dependence*).

A mudança técnica, portanto, é vista como um processo direcionado, mas não teleológico, no qual certas direções de avanço tornam-se mais prováveis do que outras. Dosi (1988) sistematiza essa abordagem e discute seus efeitos microeconômicos, mostrando como paradigmas e trajetórias influenciam o comportamento das firmas, a estrutura de custos, a heterogeneidade tecnológica e a dinâmica competitiva. Na linha dessa tradição de pesquisa, a inovação é entendida como um processo endógeno, coletivo e historicamente situado, constituindo um dos pilares da economia evolucionária e neoschumpeteriana.

Em diálogo direto com a abordagem de busca e seleção de Nelson e Winter (1982) e com a formulação de paradigmas e trajetórias tecnológicas de Dosi (1982; 1988), a literatura neoschumpeteriana desenvolveu propostas alternativas e complementares para analisar mudanças tecnológicas de maior escala, especialmente aquelas associadas a rupturas, transições e reconfigurações sistêmicas. Essas contribuições preservam os fundamentos evolucionários, como racionalidade limitada, cumulatividade, incerteza e seleção, mas deslocam o foco para diferentes níveis analíticos.

A proposta de Freeman e Perez (1988) amplia o conceito de paradigma tecnológico ao introduzir a noção de paradigmas tecnoeconômicos, relacionados aos ciclos longos, ou ondas longas, do sistema capitalista, a partir de Nikolai Kondratiev. Enquanto Dosi enfatiza trajetórias ao nível microeconômico, Freeman e Perez analisam transformações sistêmicas que articulam tecnologias-chave, novos princípios organizacionais e mudanças institucionais. A transição entre paradigmas ocorre por meio de crises estruturais de ajuste, nas quais os mecanismos de seleção econômica passam a favorecer novas combinações tecnológicas e institucionais, conectando mudança técnica, ciclos longos e transformação estrutural.

Ainda, os conceitos de dependência de trajetória (*path-dependency*) e de aprisionamento (*lock-in*) aprofundam a explicação dos mecanismos que sustentam paradigmas e trajetórias ao longo do tempo (Arthur, 1989; David, 1985). Retornos crescentes, externalidades de rede e custos de mudança ajudam a entender por que determinadas tecnologias persistem mesmo diante de alternativas potencialmente superiores. Essa lógica pode ser estendida ao nível macro ao introduzir o conceito de *carbon lock-in* (Unruh, 2000), mostrando como infraestruturas, instituições e interesses econômicos reforçam trajetórias tecnológicas ambientalmente intensivas em carbono, mesmo que existam alternativas tecnológicas mais limpas disponíveis (ver Box 3).

Box 3. *Lock-in* tecnológico e a persistência de trajetórias intensivas em carbono

A literatura evolucionária mostrou que o progresso técnico não segue necessariamente a trajetória mais eficiente do ponto de vista econômico, social ou ambiental. Em muitos casos, determinadas tecnologias se consolidam e persistem não porque sejam intrinsecamente superiores, mas porque se beneficiam de mecanismos cumulativos que reforçam sua difusão ao longo do tempo. Esse é o núcleo da noção de *lock-in* tecnológico. Em sua formulação clássica, David (1985) demonstrou como escolhas iniciais, mesmo contingentes, podem gerar efeitos duradouros quando combinadas com rotinas, aprendizagem, padronização e custos de mudança. Arthur (1989) aprofundou essa interpretação ao mostrar que, em contextos marcados por retornos crescentes de adoção, externalidades de rede e vantagens associadas à experiência acumulada, uma tecnologia pode tornar-se dominante mesmo diante de alternativas potencialmente superiores.

Essa chave analítica é particularmente útil para compreender a persistência de trajetórias tecnológicas intensivas em carbono. Unruh (2000) propõe o conceito de *carbon lock-in* para explicar por que economias modernas permanecem fortemente dependentes de combustíveis fósseis e de infraestruturas energéticas ambientalmente problemáticas, mesmo diante do avanço de alternativas mais limpas. O argumento central é que o aprisionamento não decorre apenas da eficiência técnica ou dos preços relativos, mas da coevolução entre tecnologias, instituições, infraestruturas, padrões regulatórios, interesses econômicos e comportamentos sociais. Em outras palavras, sistemas energéticos baseados em carbono tornam-se estáveis porque articulam ativos físicos de longa duração, capacidades produtivas, rotinas organizacionais e estruturas políticas que reforçam mutuamente sua reprodução.

A principal implicação é que transições tecnológicas e ambientais não dependem apenas da disponibilidade de novas soluções técnicas. Elas exigem mudanças mais amplas nos arranjos institucionais, nos incentivos econômicos, nas formas de coordenação e nas infraestruturas que sustentam as trajetórias vigentes. Assim, o conceito de *lock-in* ajuda a compreender por que a mudança tecnológica é historicamente condicionada, seletiva e, muitas vezes, resistente à transformação.

Fonte: David (1985); Arthur (1989); Unruh (2000).

Em conjunto, essas abordagens reforçam e expandem a perspectiva evolucionária inaugurada por Nelson e Winter e desenvolvida por Dosi, ao demonstrarem que os processos de busca e seleção operam simultaneamente nos níveis micro, setorial e sistêmico, moldando tanto a estabilidade quanto a transformação dos paradigmas tecnológicos.

CAPACITAÇÕES E A FIRMA INOVADORA

Na tradição evolucionária, as capacitações podem ser entendidas como a dimensão organizacional dos processos de busca, aprendizagem e seleção que estruturam o comportamento das firmas em contextos de incerteza. Se, em Dosi, paradigmas e trajetórias delimitam o espaço tecnológico da busca, as capacitações dizem respeito à habilidade das firmas de explorar esse espaço por meio de roti-

nas, competências e mecanismos organizacionais que sustentam a inovação ao longo do tempo. Nesse sentido, a discussão sobre capacitações complementa a análise das trajetórias tecnológicas ao deslocar o foco para a firma como unidade de coordenação da mudança técnica. Embora dialogue com a tradição evolucionária, a literatura de capacitações desloca parcialmente o foco analítico da seleção competitiva e das trajetórias tecnológicas para a habilidade diferenciada das firmas de perceberem oportunidades, mobilizar recursos e reconfigurar ativos. Essa inflexão amplia o alcance da análise da inovação, mas também aproxima o debate de preocupações típicas da estratégia empresarial e da gestão.

A contribuição mais influente nesse campo é a de Teece, Pisano e Shuen (1997), que introduzem o conceito de capacitações dinâmicas (*dynamic capabilities*), definidas como a habilidade da firma de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas em ambientes de rápida mudança. Diferentemente das capacitações ordinárias, associadas à eficiência operacional, as capacitações dinâmicas dizem respeito à adaptação, renovação e transformação das bases produtivas e tecnológicas. Essa abordagem preserva os fundamentos evolucionários de racionalidade limitada, aprendizagem cumulativa e heterogeneidade das firmas, ao mesmo tempo que estabelece uma ponte explícita com a literatura de estratégia e gestão.

Em desenvolvimentos posteriores, Teece (2007) sistematiza esse *framework* ao identificar três capacidades de ordem superior: *sensing* (identificar oportunidades e ameaças), *seizing* (mobilizar recursos para capturar oportunidades) e *transforming* (reconfigurar ativos, estruturas e rotinas). Essas dimensões reforçam a conexão entre capacitações e processos de busca, ao enfatizar o papel da percepção, da decisão estratégica e da reconfiguração organizacional em contextos de incerteza. Trabalhos mais recentes ampliam o escopo do conceito ao conectá-lo a modelos de negócios e à criação e captura de valor (Teece, 2018; 2022), além de aprofundarem o debate sobre seus microfundamentos, como cognição gerencial, processos organizacionais e mecanismos de aprendizagem.

A abordagem de capacitações dinâmicas tem sido objeto de críticas, sobretudo quanto ao risco de tautologia e às dificuldades de mensuração empírica. Contribuições como Winter (2003) e Eisenhardt e Martin (2000) buscam mitigar esses problemas ao distinguir entre diferentes níveis de capacidades e ao tratá-las como processos organizacionais identificáveis, cujos resultados dependem do contexto competitivo. De modo convergente, a literatura tem ressaltado a importância de ancorar empiricamente o conceito e de explicitar melhor seus microfundamentos e seus vínculos com processos organizacionais mais amplos. É nesse ponto que a perspectiva de William Lazonick oferece contribuição decisiva. Lazonick

(2013; 2015) desloca o foco da adaptação estratégica para as condições organizacionais e sociais que tornam a inovação possível. Para o autor, a firma inovadora é caracterizada por três pilares: controle estratégico, integração organizacional e comprometimento financeiro. A inovação é concebida como um processo incerto, coletivo e cumulativo, que depende da coordenação de esforços ao longo do tempo e da disposição de reinvestir recursos em aprendizagem produtiva. Diferentemente de abordagens centradas na maximização do valor ao acionista, Lazonick enfatiza a firma como organização produtiva e *lôcus* de construção de capacitações, aproximando-se fortemente da tradição neoschumpeteriana.

A articulação entre as contribuições de Teece e Lazonick permite a leitura complementar e mais rica das capacitações. Enquanto Teece enfatiza a habilidade da firma de reconfigurar ativos diante de mudanças tecnológicas e de mercado, Lazonick chama atenção para as condições organizacionais, financeiras e de governança que sustentam esses processos no longo prazo. As capacitações, assim, resultam não apenas de decisões estratégicas, mas de arranjos institucionais e organizacionais que moldam o aprendizado produtivo.

Uma síntese recente desse debate destaca a centralidade das capacitações para compreender a coevolução entre tecnologia, organização e estrutura econômica (Kurz, 2025). Dessa forma, a discussão sobre capacitações consolida-se como elo fundamental entre os processos de busca e seleção, as trajetórias tecnológicas e a dinâmica de longo prazo da mudança econômica. A ênfase nas capacidades da firma, contudo, não esgota a explicação da inovação. A construção, a mobilização e a reprodução dessas capacidades dependem também de arranjos institucionais mais amplos, que moldam incentivos, formas de coordenação e possibilidades de aprendizado.

INOVAÇÃO E INSTITUIÇÕES

As interações entre inovação e instituições têm recebido atenção crescente na literatura, à medida que se torna evidente que os processos inovativos são profundamente condicionados pelo contexto institucional em que ocorrem. Ainda assim, esse contexto nem sempre é tratado de forma explícita e sistemática nos estudos sobre inovação. Processos de como *lock-in* e histerese institucional ajudam a evidenciar que regras, normas e práticas herdadas podem tanto sustentar trajetórias tecnológicas quanto restringir mudanças, influenciando diretamente as estratégias de busca, aprendizado e adoção de novas tecnologias.

A noção de instituições é utilizada de maneira heterogênea na literatura, podendo referir-se a regras formais, normas informais, organizações ou arranjos

mais amplos de coordenação social e econômica. Neste capítulo, adota-se uma definição mais operacional, próxima à proposta de Nelson e Sampat (2001) e Nelson (2008), segundo a qual instituições podem ser entendidas como padrões relativamente estáveis de organização, coordenação e interação que moldam incentivos, expectativas e processos de aprendizado, influenciando a geração, a difusão e o uso do conhecimento. Essa preocupação está no centro da literatura sobre Sistemas Nacionais de Inovação, desenvolvida a partir dos trabalhos de Freeman (1995), Lundvall (1992) e Nelson (1993), ainda que nem sempre o papel das instituições seja explorado de maneira igualmente sistemática. Nessa perspectiva, a inovação não ocorre apenas no interior das firmas ou dos mercados, mas é condicionada por um conjunto mais amplo de regras, práticas e arranjos organizacionais que estruturam os processos de coordenação e aprendizado.

Essa abordagem é particularmente relevante para a análise de políticas de inovação. Regras e instrumentos semelhantes podem produzir resultados muito distintos entre países, regiões ou setores, justamente porque operam sobre contextos institucionais diversos. O desempenho inovativo depende, portanto, não apenas do desenho das políticas, mas de sua articulação com padrões institucionais preexistentes, o que ajuda a explicar variações territoriais, resistências à adoção de novas tecnologias e trajetórias diferenciadas de aprendizado. Esse ponto assume particular relevância em países em desenvolvimento, nos quais capacidades estatais mais limitadas, descontinuidades institucionais e menor articulação entre políticas públicas e estrutura produtiva frequentemente comprometem a efetividade dos instrumentos de apoio à inovação. Nesses casos, o problema não reside apenas no desenho formal das políticas, mas na existência de condições institucionais que permitam sua implementação, coordenação e continuidade ao longo do tempo. Esses elementos reforçam uma interpretação das instituições como componentes ativos da dinâmica inovativa, tema que se desdobra na discussão das noções de tecnologias físicas e tecnologias sociais e de processos de coevolução.

COEVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS FÍSICAS E TECNOLOGIAS SOCIAIS

A literatura evolucionária da inovação enfatiza que o progresso tecnológico não pode ser compreendido apenas a partir da introdução de novos artefatos, máquinas ou processos produtivos. A mudança técnica resulta da coevolução entre tecnologias físicas e tecnologias sociais, sendo estas entendidas como formas padronizadas de organizar, coordenar e orientar a ação econômica. Instituições, nesse sentido, podem ser interpretadas como tecnologias sociais estabilizadas,

que moldam incentivos, rotinas, padrões de comportamento e mecanismos de aprendizagem (Nelson; Sampat, 2001).

As tecnologias físicas compreendem artefatos, equipamentos, insumos, procedimentos técnicos e conhecimentos codificados. Sua difusão e utilização efetiva depende de tecnologias sociais compatíveis, como arranjos organizacionais, sistemas de governança, regras contratuais, padrões regulatórios e práticas de coordenação. Por sua vez, mudanças nas tecnologias sociais frequentemente emergem em resposta a novas possibilidades técnicas, configurando um processo dinâmico de ajustes mutuamente complementares. Enquanto as tecnologias físicas tendem a avançar por meio de experimentação e seleção de soluções mais eficientes, as tecnologias sociais evoluem de forma mais lenta, ancoradas em normas, interesses, aprendizado coletivo e disputas institucionais (Nelson, 2008). Essa perspectiva ajuda a compreender por que trajetórias tecnológicas bem-sucedidas dependem não apenas de capacidades técnicas, mas também de instituições que sustentem processos contínuos de coordenação, aprendizado e adaptação. Quando essas tecnologias sociais são frágeis ou inadequadas, surgem gargalos institucionais que limitam o aproveitamento de novas oportunidades tecnológicas, mesmo quando o conhecimento técnico está disponível.

As implicações dessa abordagem para a política industrial são diretas. Políticas voltadas ao desenvolvimento tecnológico devem ir além de incentivos financeiros ou subsídios pontuais, incorporando explicitamente a construção e o fortalecimento de instituições que apoiem a coevolução entre o tecnológico e o organizacional (Nelson, 2008). Isso inclui políticas capazes de promover coordenação entre atores, reduzir incertezas, estimular experimentação e sustentar trajetórias tecnológicas emergentes ao longo do tempo. Em países em desenvolvimento, esse desafio é ainda mais agudo, pois a fragilidade ou descontinuidade dessas instituições frequentemente compromete a consolidação de capacitações tecnológicas de longo prazo. No caso brasileiro, parte das limitações históricas da política industrial decorre justamente dessa dificuldade de sustentar arranjos institucionais robustos e duradouros (Suzigan; Garcia; Feitosa, 2020). A coevolução entre tecnologias físicas e sociais constitui, assim, uma chave analítica importante tanto para compreender o desempenho inovativo quanto para pensar os desafios do desenho de políticas industriais eficazes.

SISTEMAS DE INOVAÇÃO E SEUS RECORTES: NACIONAL, REGIONAL, SETORIAL

Embora fortemente conectadas, a abordagem institucional e a perspectiva dos sistemas de inovação partem de pontos de entrada distintos. A primeira enfatiza regras, normas e arranjos organizacionais que moldam incentivos e processos de coordenação, enquanto a segunda desloca o foco para a configuração relacional entre agentes, instituições e fluxos de conhecimento. Mais do que abordagens concorrentes, trata-se de perspectivas complementares, com diferentes níveis de agregação e distintas ênfases analíticas. A principal força da abordagem de sistemas de inovação está justamente em ampliar o foco da firma isolada para o conjunto de interações que sustentam a geração, a difusão e o uso do conhecimento. Ao mesmo tempo, essa ampliação não elimina a necessidade de explicações mais centradas na firma, especialmente quando estão em jogo heterogeneidade de capacidades, processos internos de aprendizagem e respostas diferenciadas a estímulos e oportunidades semelhantes.

A noção de Sistema Nacional de Inovação (SNI) emerge como uma das contribuições centrais da abordagem evolucionária para a compreensão do desenvolvimento tecnológico e do desempenho econômico de longo prazo. De forma geral, o SNI pode ser entendido como o conjunto de instituições, organizações e relações que influenciam a geração, a difusão e o uso do conhecimento dentro de um país, moldando suas trajetórias tecnológicas. A origem do termo é usualmente associada ao trabalho de Christopher Freeman, em especial à sua análise do desempenho econômico e tecnológico japonês no pós-guerra (Freeman, 1988; 1995). Para Freeman, o desempenho inovativo não pode ser explicado apenas por esforços isolados de P&D, mas resulta da articulação historicamente construída entre empresas e um conjunto mais amplo de instituições, incluindo universidades, institutos públicos de pesquisa, sistema educacional, sistema financeiro e políticas públicas. O SNI expressa, assim, uma forma específica de coordenação institucional de longo prazo, na qual o Estado desempenha papel relevante na indução de capacidades, na orientação das trajetórias tecnológicas e na sustentação de processos cumulativos de aprendizado.

Embora convergentes na ênfase sobre o caráter sistêmico e não linear da inovação, as abordagens de Christopher Freeman e Bengt-Åke Lundvall diferem quanto ao ponto de entrada analítico. Freeman enfatiza a dimensão institucional do sistema e o papel do Estado na coordenação e sustentação de capacidades tecnológicas. Já Lundvall desloca o foco para os processos de aprendizado interativo, especialmente nas relações usuário-produtor. Para Lundvall (1992), o SNI é

menos um arranjo formal de instituições e mais um sistema dinâmico de aprendizado coletivo, no qual conhecimento tácito, rotinas e interações recorrentes entre agentes desempenham papel central. Essas diferenças não são antagônicas, mas refletem ênfases complementares: Freeman destaca a arquitetura institucional do sistema, enquanto Lundvall explicita os mecanismos microeconômicos de aprendizagem por meio dos quais essas instituições são continuamente reproduzidas, adaptadas e transformadas. Essa distinção é particularmente útil para a análise de economias periféricas, nas quais os limites à inovação decorrem tanto da fragilidade das instituições que estruturam o sistema quanto da debilidade dos processos de aprendizado interativo entre os agentes (ver Box 4).

Box 4. Sistemas de inovação no Sul Global: interações universidade-empresa e especificidades do desenvolvimento

A literatura sobre sistemas de inovação foi fortemente influenciada por experiências históricas de economias centrais, nas quais estruturas produtivas mais densas, instituições mais estáveis e maior capacidade de coordenação entre Estado, empresas e organizações científicas favoreceram a consolidação de arranjos inovativos robustos. No entanto, a experiência dos países do Sul Global mostra que os sistemas de inovação não podem ser compreendidos apenas como réplicas incompletas ou atrasadas desses modelos. Em contextos marcados por heterogeneidade estrutural, dependência tecnológica, descontinuidades institucionais e menor densidade de encadeamentos produtivos, as interações entre universidades e empresas assumem formas específicas, historicamente situadas.

Nesse sentido, Albuquerque *et al.* (2015) oferecem contribuição importante ao proporem uma visão mais universal e dinâmica das interações universidade-empresa em países em desenvolvimento. Com base em pesquisa comparativa abrangendo três continentes, o livro mostra que essas interações constituem elementos centrais dos sistemas nacionais de inovação, mas sua configuração concreta depende do estágio de desenvolvimento, da estrutura produtiva, da capacidade institucional e das formas de articulação entre produção, ciência e política pública.

A principal implicação analítica é que, no Sul Global, a construção de sistemas de inovação exige mais do que ampliar investimentos em P&D ou fortalecer organizações isoladas. Ela depende da formação de vínculos relativamente estáveis entre universidades, empresas e Estado, capazes de sustentar processos de aprendizado, adaptação tecnológica e diversificação produtiva. Assim, a análise dos sistemas de inovação em países em desenvolvimento deve partir menos da distância em relação a um modelo idealizado e mais da compreensão de suas trajetórias históricas específicas, de seus bloqueios institucionais e de suas possibilidades concretas de transformação.

Fonte: Albuquerque *et al.*, (2015).

O debate recente sobre os SNIs tem enfatizado as transformações que esses sistemas vêm atravessando em resposta a mudanças tecnológicas, organizacionais e institucionais (Arora *et al.*, 2019). A trajetória recente dos Estados Unidos ilustra bem esse movimento. O sistema de inovação estadunidense passou de uma confi-

guração fortemente apoiada nos laboratórios das grandes empresas, responsáveis por integrar pesquisa científica, engenharia e desenvolvimento tecnológico, para uma divisão de trabalho mais fragmentada entre universidades, grandes empresas, pequenas empresas e *startups*, venture capital, e agências públicas (Arora *et al.*, 2019). Essa reorganização ampliou a diversidade institucional do sistema e fortaleceu mecanismos de experimentação e empreendedorismo tecnológico. Ao mesmo tempo, reduziu a presença das grandes empresas na pesquisa científica de longo prazo, criando possíveis lacunas em atividades que exigem escala, integração de conhecimentos e coordenação entre ciência e produção. O caso estadunidense sugere, assim, que a força de um sistema de inovação depende não apenas da quantidade de ciência produzida, mas também da combinação historicamente específica de atores, capacidades e mecanismos de articulação que tornam possível sua tradução em desenvolvimento tecnológico e produtivo.

O recorte dos Sistemas Regionais de Inovação surge como desdobramento da constatação de que os processos de geração e difusão do conhecimento são especialmente concentrados e fortemente dependentes de interações locais. A abordagem dos Sistemas Regionais de Inovação tem origem nos trabalhos de Philip Cooke e foi posteriormente desenvolvida por autores como Bjørn Asheim e seus colaboradores, que enfatizam o papel das regiões como arenas privilegiadas de aprendizado, coordenação e inovação (Cooke, 2001; Asheim *et al.*, 2019; Garcia *et al.*, 2022). Nessa perspectiva, as regiões são entendidas como espaços em que se combinam proximidade geográfica, densidade institucional e interações face a face, favorecendo a circulação de conhecimento tácito e a formação de capacidades coletivas.

Um desdobramento recente dessa abordagem refere-se à análise das trajetórias evolutivas das regiões, no âmbito da Geografia Econômica Evolucionária (Boschma; Frenken, 2011; Garcia, 2021). Essa literatura enfatiza que os processos de inovação e mudança estrutural são cumulativos, dependentes de trajetória e fortemente condicionados pelas bases produtivas e tecnológicas preexistentes nas regiões. Nesse contexto, a capacidade inovativa regional resulta da recombinação de competências relacionadas, sintetizada na noção de *related variety*, central para explicar processos de diversificação tecnológica regional (Boschma, 2017; Montresor e Quatraro, 2017). Contribuições mais recentes incorporam o papel das redes de conhecimento e das interações inter-regionais, evidenciando que os processos de aprendizado operam em sistemas multiescalares (Balland; Rigby, 2017). Estudos sobre o Brasil confirmam esses pressupostos ao mostrar como capacidades locais e conexões externas moldam padrões diferenciados de inovação regional e trajetórias territoriais distintas (Mascarini; Garcia; Quatraro, 2023).

Por fim, o recorte dos *Sistemas Setoriais de Inovação*, sistematizado principalmente por Franco Malerba, enfatiza que os processos inovativos variam significativamente entre setores. Sistemas setoriais são definidos por combinações específicas de agentes, bases de conhecimento, regimes tecnológicos, padrões de concorrência e estruturas institucionais. Essa abordagem permite captar diferenças fundamentais entre setores intensivos em ciência, engenharia ou aprendizado incremental, complementando os recortes nacional e regional. Ao focalizar a dinâmica setorial, Malerba (2002) contribui para uma compreensão mais fina da diversidade dos processos inovativos e de suas implicações para políticas públicas e estratégias empresariais.

Em países em desenvolvimento, esses diferentes recortes – nacional, regional e setorial, assumem importância particular porque ajudam a identificar onde se localizam os principais bloqueios ao aprendizado, à coordenação e à diversificação produtiva. Mais do que descrever a distribuição espacial ou setorial da inovação, eles permitem compreender por que determinadas trajetórias tecnológicas se consolidam, enquanto outras permanecem frágeis, descontínuas ou dependentes de capacidades geradas externamente.

DESAFIOS RECENTES E AGENDA DE PESQUISA

A agenda contemporânea de pesquisa em estudos da inovação vem se consolidando em torno de uma inflexão importante. Se, em um período anterior, grande parte da literatura esteve voltada a demonstrar a centralidade da inovação para o crescimento econômico, a competitividade das firmas e a transformação estrutural, hoje o debate se desloca progressivamente para questões mais exigentes, relativas à dinâmica, à direção, à coordenação e às consequências do progresso técnico. Essa mudança decorre, em parte, do próprio amadurecimento do campo: a inovação já não precisa ser defendida apenas como variável explicativa relevante, mas passou a ser tratada como processo complexo, cumulativo, incerto e socialmente situado, cujos efeitos dependem da interação entre estruturas produtivas, instituições, formas organizacionais, redes de conhecimento e relações de poder. Em outras palavras, a *fronteira contemporânea* dos estudos da inovação está menos centrada em saber se a inovação importa, e mais em compreender como ela emerge, em que direção avança, por quais mecanismos se organiza e com quais implicações econômicas, sociais, territoriais e ambientais.

Uma primeira frente decisiva dessa agenda diz respeito à *dinâmica e à direção da mudança tecnológica*. Desde a tradição evolucionária e neoschumpeteriana, a inovação é concebida não como choque exógeno, mas como resultado de processos

endógenos de busca, seleção, aprendizagem e retenção. O desafio atual consiste em aprofundar essa intuição para explicar, com maior precisão teórica e empírica, como novas trajetórias tecnológicas surgem, se consolidam, entram em competição, tornam-se dominantes e, eventualmente, entram em crise ou são substituídas. Isso implica avançar na compreensão dos mecanismos que estruturam a direção do progresso técnico: por que certas soluções tecnológicas se tornam predominantes enquanto outras permanecem marginais? Sob quais condições determinadas trajetórias se estabilizam por meio de mecanismos de dependência de trajetória (*path dependence*) e *lock-in*? Em que contextos ocorrem rupturas ou mudanças de regime, capazes de deslocar o sistema para novas bases tecnológicas e organizacionais? Essas questões tornam-se ainda mais relevantes diante do crescente interesse por *transições sociotécnicas*, especialmente nos campos da energia, da mobilidade, da saúde e dos alimentos. Nesses domínios, a inovação não pode ser explicada apenas pela introdução de novos artefatos ou processos, mas exige considerar a reconfiguração conjunta de infraestrutura, regulação, padrões de consumo, instituições e modelos de negócios. É precisamente nesse ponto que as políticas orientadas por missões ganharam novo fôlego analítico, ao recolocarem a questão da direção da inovação e da coordenação pública em torno de objetivos coletivos. O problema deixa de ser apenas o de estimular mais inovação e passa a incluir a questão, teoricamente e politicamente mais densa, de *como orientar o progresso técnico*, com quais instrumentos, em favor de quais objetivos e sob quais mecanismos de avaliação.

Uma segunda frente importante refere-se à *ampliação do escopo empírico da inovação e aos desafios de sua mensuração*. Uma das marcas da literatura mais recente é o reconhecimento crescente de que os indicadores tradicionais, como gastos em P&D, patentes e publicações científicas, continuam indispensáveis, mas são insuficientes para captar a diversidade contemporânea dos processos inovativos. Isso se deve, em grande medida, ao fato de que uma parcela crescente da inovação se realiza em atividades intensivas em ativos intangíveis, *software*, algoritmos, dados, *design*, serviços e modelos de negócios, muitas vezes pouco visíveis às métricas construídas para setores industriais mais tradicionais. Além disso, mesmo quando a inovação é observada por meio de variáveis clássicas, persistem desafios substantivos: como distinguir quantidade de qualidade? Como separar esforço inovativo de resultado? Como lidar com as defasagens temporais entre investimento, aprendizado e impactos observáveis? Como distinguir novidade superficial, ou meramente mercadológica, de transformações que efetivamente alteram capacidades produtivas, padrões de concorrência e possibilidades de crescimento? A agenda contemporânea busca responder a essas questões por meio da inte-

gração de diferentes tipos de evidência, que envolvem registros administrativos, dados de firmas, mineração de textos, redes de colaboração, dados de plataformas, cadeias de valor e bases de propriedade intelectual. Essa agenda se beneficia da crescente disponibilidade de dados e métodos que permitem observar a inovação como um processo temporal e interdependente, em vez de eventos isolados (ver, por exemplo, Park; Triulzi; Magee, 2022). Nesse sentido, o esforço metodológico recente não é apenas técnico. Ele envolve também uma questão substantiva: ampliar o alcance empírico do campo sem dissolver a especificidade analítica da inovação, isto é, sem confundir simples novidade, adaptação rotineira ou reposicionamento comercial com transformações efetivas nas bases técnicas, organizacionais e institucionais da atividade econômica.

Uma terceira frente desloca a atenção para as *organizações, redes e formas de ordenação que sustentam os processos inovativos*. Em contraste com representações mais simplificadas da inovação como resultado de inventores individuais ou de firmas concebidas como unidades homogêneas, a literatura recente enfatiza seu caráter coletivo, organizacionalmente enraizado e relacional. A inovação passa a ser vista como resultado da articulação entre múltiplas atividades como pesquisa, engenharia, *design*, produção, gestão, ciência de dados, interação com usuários; e entre múltiplos agentes, como grandes empresas, *startups*, universidades, fornecedores, usuários, laboratórios e órgãos reguladores. Nesse quadro, ganham renovada importância os estudos sobre capacidades organizacionais, sobretudo na interseção entre tradição evolucionária e literatura de estratégia. A pergunta central deixa de ser apenas por que algumas firmas inovam e outras não, passando a incluir como as organizações constroem, renovam e combinam capacidades sob condições de incerteza radical. Isso envolve compreender como percebem oportunidades, alocam recursos, combinam capacidades para buscar novas oportunidades (*exploration*) e para aproveitar competências existentes (*exploitation*), gerenciam portfólios de inovação e respondem a mudanças tecnológicas rápidas. Ao mesmo tempo, a literatura sobre *inovação aberta, redes e ecossistemas* mostra que a inovação já não pode ser adequadamente explicada apenas a partir da firma isolada. O problema passa a incluir a arquitetura das relações interorganizacionais: quais estruturas de rede favorecem variedade, robustez e recombinação do conhecimento? Em que condições redes e ecossistemas ampliam a capacidade inovativa, e em quais contextos produzem conformismo, *lock-in* ou assimetrias de poder? Como se distribuem riscos, custos e recompensas entre atores complementares? Como se definem padrões, plataformas e protocolos? Quem captura valor e quem permanece em posição subordinada? Essas questões recolocam a inovação no terreno da governança e da coordenação, aproximando-a de temas como po-

der de plataforma, interdependência tecnológica, intermediação e distribuição de ganhos em ambientes colaborativos e altamente assimétricos.

Uma quarta frente, fortemente conectada às anteriores, articula *digitalização, regulação e consequências sociais e ambientais da inovação*. A expansão de plataformas digitais, sistemas algorítmicos, inteligência artificial e infraestruturas baseados em dados vem transformando de maneira profunda os regimes de inovação e concorrência. Dados tornam-se ativos estratégicos; efeitos de rede reforçam tendências à concentração; mercados de múltiplos lados reconfiguram mecanismos de coordenação econômica; e novas barreiras à entrada emergem em torno do controle de modelos, infraestrutura computacional, bases de dados e padrões técnicos. Nesse contexto, a regulação deixa de ser tratada apenas como limite externo à inovação e passa a ser compreendida como componente constitutivo da própria dinâmica inovativa (Szabo; Garcia, 2026). Cada vez mais, a literatura pergunta quando e como a regulação cria mercados, reduz incerteza, define padrões, orienta investimentos e condiciona trajetórias tecnológicas. Isso abrange debates sobre propriedade intelectual, *sandboxes* regulatórios, governança de dados, regulação de IA, política de concorrência em mercados digitais e relações entre proteção, difusão e apropriabilidade. Ao mesmo tempo, a centralidade crescente da digitalização e das tecnologias intensivas em dados reforça a necessidade de examinar os *efeitos ambivalentes* da inovação. Se o progresso técnico pode ampliar produtividade, bem-estar e capacidade de resolução de problemas complexos, também pode induzir obsolescência acelerada, aumento de resíduos, pressão sobre recursos naturais, novas formas de vigilância, vieses algorítmicos, polarização ocupacional e aprofundamento de desigualdades. É nesse ponto que a noção do “lado sombrio” da inovação ganha relevância, ao chamar atenção para o fato de que nem toda inovação produz ganhos líquidos de bem-estar ou desenvolvimento (Coad *et al.*, 2022). A literatura recente, por isso, tem incorporado de modo mais sistemático questões relativas à inovação responsável, à avaliação *ex-ante* e *ex-post* de impactos, à legitimidade social das trajetórias tecnológicas e à governança de transições em contextos marcados por elevada incerteza e fortes conflitos distributivos. A velha questão schumpeteriana da destruição criativa reaparece, assim, em nova chave: a inovação permanece como força central do dinamismo capitalista, mas seus efeitos destrutivos, suas externalidades e sua distribuição social deixam de ser temas periféricos e passam a integrar o centro do debate.

Essas quatro frentes não operam de forma isolada. Ao contrário, elas convergem para uma interpretação mais exigente da inovação como processo simultaneamente econômico, social, organizacional e político. A inovação aparece, nesse quadro, como mecanismo de criação de valor, mas também como processo de

disputa por apropriação; como fonte de aumento de produtividade, mas também como geradora de externalidades, riscos e assimetrias; como fenômeno técnico, mas inseparável de instituições, estruturas de poder, capacidades organizacionais e padrões de legitimidade pública. Em síntese, a agenda contemporânea dos estudos da inovação está menos voltada a afirmar genericamente sua importância e mais orientada a compreender sua dinâmica concreta, sua direção substantiva, seus mecanismos de coordenação e suas consequências. Esse deslocamento é particularmente importante para articular a teoria da inovação aos desafios contemporâneos do desenvolvimento, tema ao qual a seção seguinte se dedica de forma mais direta.

NÃO É PRECISO FALAR DE FLORES? E OS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO?

A incorporação dos países em desenvolvimento à agenda dos estudos da inovação exige uma inflexão analítica importante. Os mecanismos centrais discutidos ao longo deste capítulo – busca e seleção, trajetórias tecnológicas, construção de capacidades, coevolução institucional e sistemas de inovação – não operam no vácuo. Em economias periféricas, eles são condicionados por estruturas produtivas marcadas por heterogeneidade, especialização regressiva e fragilidade institucional. Nessas circunstâncias, a inovação não é necessariamente um vetor automático de convergência, podendo inclusive reforçar assimetrias econômicas e sociais já existentes. A tradição do pensamento latino-americano oferece um arcabouço fundamental para compreender essas especificidades ao articular inovação, mudança estrutural, heterogeneidade produtiva e desenvolvimento (Furtado, 1961; Fajnzylber, 1983; Katz, 1984; Cimoli; Dosi, 1995).

Essa observação é importante porque boa parte da literatura clássica sobre inovação foi formulada a partir da experiência histórica das economias centrais, caracterizadas por estruturas produtivas mais densas, sistemas de inovação mais articulados e maior capacidade de coordenação entre Estado, empresas e instituições científicas. Em países em desenvolvimento, os mecanismos gerais da inovação permanecem relevantes, mas operam sob condições mais restritivas, marcadas por heterogeneidade estrutural, fragilidade institucional e inserção subordinada na economia internacional. Por essa razão, a incorporação da perspectiva do desenvolvimento não implica rejeitar os aportes centrais da literatura da inovação, mas reinterpretá-los à luz de contextos produtivos, tecnológicos e institucionais distintos.

Um primeiro ponto fundamental é reconhecer que o subdesenvolvimento não pode ser interpretado simplesmente como atraso tecnológico (Furtado, 1961; Paula; Albuquerque, 2020). Trata-se de uma forma histórica específica de inserção na economia mundial, caracterizada por difusão seletiva do progresso técnico, forte dualidade produtiva e dependência externa. A incorporação de novas tecnologias tende a ocorrer de maneira concentrada, modernizando segmentos voltados à exportação ou ao consumo de grupos de alta renda, sem irradiar ganhos de produtividade para o conjunto da economia (Perez, 2002). Nesse contexto, a inovação pode reforçar a heterogeneidade estrutural ao criar “ilhas de modernidade” desconectadas de processos mais amplos de mudança estrutural, em vez de promover convergência produtiva e social (Furtado, 1961).

Estratégias de desenvolvimento baseadas em baixos salários, exploração intensiva de recursos naturais ou ganhos espúrios de competitividade podem até gerar crescimento de curto prazo, mas não sustentam processos duradouros de aprendizado tecnológico nem fortalecem a base produtiva doméstica (Fajnzylber, 1983). O desafio do desenvolvimento passa, portanto, pela construção de uma competitividade genuína, capaz de articular eficiência produtiva, aprendizado tecnológico e inclusão social. A inovação, nesse sentido, pode exercer papel importante na formação de capacitações técnicas e tecnológicas, na diversificação produtiva e na elevação sustentada da produtividade.

A análise dos mecanismos efetivos de inovação em países latino-americanos reforça essa leitura. Em contextos de baixa densidade tecnológica, os principais ganhos de produtividade estiveram historicamente associados a processos de aprendizado incremental, adaptação tecnológica, engenharia e reorganização produtiva, mais do que à inovação de fronteira baseada em P&D formal (Katz, 1984). A inovação emerge como um processo cumulativo e fortemente dependente da coordenação industrial, da presença de agentes privados responsáveis pela efetivação desses esforços e da existência de estruturas de incentivos à acumulação de conhecimento. A ausência desses fatores compromete os processos de aprendizado, tornando as trajetórias tecnológicas frágeis e erráticas. Nesses contextos, a inovação depende de forma particularmente intensa de mediações que, nas economias centrais, muitas vezes são tomadas como dadas. A existência de instituições de apoio, mecanismos de financiamento de longo prazo, capacidades estatais de coordenação e articulações relativamente estáveis entre firmas, universidades e organizações intermediárias torna-se decisiva para sustentar trajetórias de aprendizado. Quando essas mediações são frágeis ou descontínuas, os esforços inovativos tendem a permanecer localizados, erráticos ou incapazes de produzir efeitos mais amplos de transformação estrutural.

Esse padrão irregular de acumulação de conhecimentos técnicos e tecnológicos encontra respaldo teórico na aproximação entre a tradição estruturalista latino-americana e a economia evolucionária. O desenvolvimento tecnológico depende da coevolução entre estrutura produtiva, capacidades tecnológicas e instituições, o que inviabiliza qualquer expectativa de convergência automática entre países (Suzigan *et al.*, 2020). A eficiência econômica deve ser avaliada por sua capacidade de induzir processos de aprendizado, diversificação e mudança estrutural ao longo do tempo, com efeitos positivos sobre o *catch-up* tecnológico e econômico. A especialização produtiva baseada em vantagens comparativas estáticas limita as oportunidades de aprendizado e aprisiona economias em trajetórias de baixo dinamismo tecnológico, reforçando armadilhas inerentes ao desenvolvimento (Cimoli; Dosi, 1995).

Não obstante, o progresso técnico não avança de forma linear, mas por meio de paradigmas tecnoeconômicos que se difundem em ondas, de modo que as possibilidades de desenvolvimento tecnológico são historicamente condicionadas e estruturalmente diferenciadas entre países (Perez, 2002). Essa dinâmica implica abandonar a ideia de um único caminho de *catch-up*. Países em desenvolvimento precisam encontrar maneiras de construir sistemas de inovação funcionais mesmo sem liderança tecnológica, por meio da articulação entre as empresas privadas, universidades, instituições de apoio e políticas públicas orientadas ao aprendizado (Lee; Malerba, 2021). As estratégias de *catching-up* devem ser, portanto, necessariamente diferenciadas, variando conforme setores, tecnologias e regimes de apropriabilidade. Em alguns casos, o avanço ocorre por meio de atividades intensivas em engenharia, adaptação e aprendizado incremental; em outros, pela inserção estratégica em tecnologias emergentes ou em etapas específicas de cadeias globais de valor. O desafio central não é simplesmente adotar tecnologias existentes, mas alinhar estruturas produtivas, instituições e sistemas financeiros às exigências do paradigma tecnológico em vigor (Niosi, 2010).

No caso brasileiro, a industrialização brasileira foi acompanhada por esforços relevantes de construção de capacidades produtivas, mas marcada por descontinuidades e baixa coordenação entre política macroeconômica, industrial e tecnológica, com impactos sobre investimento, produtividade e *upgrading* tecnológico (Suzigan *et al.*, 2020). Mas por outro lado, a ausência de uma institucionalidade mais consolidada e claramente definida, que permitisse a convergência dos interesses do setor privado com as políticas industriais, determinou limites relevantes para os processos de aprendizado tecnológico e de *catch-up* (Erber, 2009). A articulação entre inovação e política industrial revela-se particularmente crítica em países em desenvolvimento, nos quais o mercado tende a subinvestir em ati-

vidades de maior risco, intensidade tecnológica e maturação longa. A ausência de coordenação pública pode aprofundar fragmentação produtiva, reforçar especializações regressivas e limitar processos cumulativos de aprendizado. Por outro lado, experiências históricas também mostram que políticas industriais mal desenhadas, que foram capturadas por interesses particulares ou desarticuladas de capacidades institucionais, podem gerar ineficiências persistentes e baixa efetividade. O desafio, portanto, é compreender não apenas *se* o Estado deve intervir, mas *como*, *com quais instrumentos* e *sob quais condições institucionais e políticas* (Suzigan *et al.*, 2020; Erber, 2009).

Em síntese, incorporar a perspectiva dos países em desenvolvimento aos estudos da inovação implica tratá-la como processo estruturalmente situado, historicamente condicionado e institucionalmente mediado. Longe de representar um motor automático de convergência, a inovação pode tanto ampliar quanto mitigar desigualdades produtivas e sociais, conforme se articula à estrutura produtiva, às capacitações existentes e às instituições que orientam os processos de aprendizado. Para economias periféricas, o desafio central não está em replicar trajetórias tecnológicas das economias centrais, mas em construir estratégias próprias de desenvolvimento baseadas na acumulação de capacidades, na diversificação produtiva e na coordenação entre Estado, empresas e demais atores do sistema de inovação. Nessa perspectiva, estudar a inovação em países em desenvolvimento exige compreender como seus mecanismos gerais se combinam com estruturas produtivas heterogêneas, capacidades institucionais desiguais e trajetórias históricas específicas, redefinindo as possibilidades concretas de aprendizado, mudança estrutural e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Eduardo M. Surplus Profit: A Key Concept for an Investigation of Modern Industrial Capitalism. In: DE PAULA, João Antônio; DA GAMA CERQUEIRA, Hugo; DE DEUS, Leonardo G.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. (Org.). *Marx for the 21st Century*. Cham: Palgrave Macmillan, 2025. p. 123-148.
- ALBUQUERQUE, Eduardo M.; SUZIGAN, Wilson; KRUSS, Glenda; LEE, Keun. (Ed.). *Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2015.
- ARORA, Ashish; BELENZON, Sharon; PATACCONI, Andrea. A Theory of the US Innovation Ecosystem: Evolution and the Social Value of Diversity. *Industrial and Corporate Change*, v. 28, n. 2, p. 289-307, 2019.
- ARTHUR, W. Brian. (1989). Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events. *Economic Journal*, 99(394), p. 116-131, 1989.
- ARTHUR, W. Brian. The Structure of Invention. *Research Policy*, v. 36, n. 2, p. 274-287, 2007.
- ASHEIM, Bjorn; ISAKSEN, Arne; TRIPPL, Michaela. *Advanced Introduction to Regional Innovation Systems*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2019.
- BALLAND, Pierre-Alexandre; RIGBY, David. The Geography of Complex Knowledge. *Economic Geography*, v. 93, n. 1, p. 1-23, 2017.
- BOSCHMA, Ron. Relatedness as Driver of Regional Diversification: A Research Agenda. *Regional Studies*, v. 51, n. 3, p. 351-364, 2017.
- BOSCHMA, Ron; FRENKEN, Koen. The Emerging Empirics of Evolutionary Economic Geography. *Journal of Economic Geography*, v. 11, n. 2, p. 295-307, 2011.
- BRITO CRUZ, Carlos Henrique. Apresentação: Vannevar Bush-Science the Endless Frontier. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 13, n. 2, p. 241-280, 2014.
- CIMOLI, Mario; DOSI, Giovanni. Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development: An Introductory Roadmap. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 5, n. 3, p. 243-268, 1995.
- COAD, Alex; NIGHTINGALE, Paul; STILGOE, Jack; VEZZANI, Aurelia. The Dark Side of Innovation. In: _____. *The Dark Side of Innovation*. London: Routledge, 2022. pp. 1-11.
- COOKE, Philip. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, v. 10, n. 4, p. 945-974, 2001.
- COSTA, Achyles Barcelos da. O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. *Cadernos IHU Ideias*, São Leopoldo, n. 47, 2006.

COSTA, Rodrigo Morem; COSTA, Achyles Barcelos. A contribuição de Richard Nelson e Sidney Winter para uma teoria econômica evolucionária. *Revista Economia Ensaios*, Uberlândia, v. 37, n. esp. ago., 2022. DOI: 10.14393/REE-v37nesp.ago.a2022-66690.

DAVID, Paul. A. Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, 75(2), p. 332-337, 1985.

DOSI, Giovanni. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. *Research Policy*, 11(3), p. 147-162, 1982.

DOSI, Giovanni. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. 26, n. 3, p. 1.120-1.171, 1988.

EISENHARDT, Kathleen M.; MARTIN, Jeffrey. A. Dynamic Capabilities: What Are They? *Strategic Management Journal*, 21(10-11), p. 1.105-1.121, 2000.

ERBER, Fabio S. As convenções de desenvolvimento no Brasil: um ensaio de economia política. *Revista de Economia Política*, v. 29, n. 1, p. 115-135, 2009.

FAGERBERG, Jan. Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics: An Appraisal of the Literature. *Journal of Evolutionary Economics*, Berlin, v. 13, n. 2, p. 125-159, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-003-0144-1>.

FAGERBERG, Jan. Innovation: A Guide to the Literature. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. (Org.). *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 1-26.

FAJNZYLBER, Fernando. *La industrialización trunca de América Latina*. México: Nueva Imagen, 1983.

FOLEY, Duncan K. *Understanding Capital: Marx's Economic Theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986.

FONTANA, Roberto; NUVOLARI, Alessandro; SHIMIZU, Hiroshi; VEZZULLI, Andrea. Schumpeterian Patterns of Innovation and the Sources of Breakthrough Inventions: Evidence from a data-set of R&D awards. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 22, n. 4, p. 785-810, 2012.

FREEMAN, Christopher. The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERG, Gerald; SOETE, Luc (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, 1988.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. *The Economics of Industrial Innovation*. 3rd. London: Pinter, 1997.

FRISON, G. Technical and Technological Innovation in Marx. *History and Technology*, 6(4), p. 299-324, 1988. DOI: <<https://doi.org/10.1080/07341518908581755>>.

FURTADO, Celso. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

GARCIA, R. Geografia da inovação. In: RAPINI, Márcia Siqueira; SILVA, Leandro Alves; ALBUQUERQUE, Eduardo M. (Ed.). *Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2021. p. 622.

- GARCIA, Renato; SERRA, Mauricio; MASCARINI, Suelene; BASTOS, Leticia; MACEDO, R. Revisitando os Sistemas Regionais de Inovação: teoria, prática, políticas e agenda para o Brasil. *Nova Economia*, v. 32, n. 03, p. 617-645, 2022.
- KATZ, Jorge. Technological Innovation, Industrial Organisation and Comparative Advantages of Latin American Metalworking Industries. In: _____. *Technological Capability in the Third World*. London: Palgrave Macmillan UK, 1984.
- KLINE, Stephen. J.; ROSENBERG, Nathan. An Overview of Innovation. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, 14(640), 1986.
- KUHN, Thomas. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- LAZONICK, William. The Theory of Innovative Enterprise. *Industrial and Corporate Change*, 22(5), p. 1.187-1.233, 2013.
- LAZONICK, William. Innovative Enterprise or Sweatshop Economics? *Challenge*, 58(1), p. 65-114, 2015.
- LUNDVALL, Bengt-Åke. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers, 1992.
- MALERBA, Franco. Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.
- MALERBA, Franco; LEE, Keun. An Evolutionary Perspective on Economic Catch-up by Latecomers. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 30, n. 4, p. 986-1010, 2021. DOI: 10.1093/icc/dtab008.
- MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Schumpeterian Patterns of Innovation. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 19, n. 1, p. 47-65, 1996.
- MARX, Karl. *Grundrisse: Foundations of the Critique of Political Economy (Rough Draft)*. London: Penguin Classics, 1993. "Fragment on Machines". (Original publicado em 1857-1858).
- MASCARINI, Suelene; GARCIA, Renato; QUATRARO, Francesco. Local Knowledge Spillovers and the Effects of Related and Unrelated Variety on the Novelty of Innovation. *Regional Studies*, v. 57, n. 9, p. 1.666-1.680, 2023.
- MONTRESOR, Sandro; QUATRARO, Francesco. Regional Branching and Key Enabling Technologies: Evidence from European Patent Data. *Economic Geography*, 93(4), 367-396, 2017.
- NELSON, Richard R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, Richard R. Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change. *Journal of Economic Literature*, v. 33, n. 1, p. 48-90, 1995.
- NELSON, Richard R. Bringing Institutions into Evolutionary Growth Theory. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 12, p. 17-28, 2002.
- NELSON, Richard R. *Physical and Social Technologies, and Their Evolution*. 2003.
- NELSON, Richard R. What Enables Rapid Economic Progress: What Are the Needed Institutions? *Research Policy*, v. 37, n. 1, p. 1-11, 2008.
- NELSON, Richard R.; SAMPAT, Bhaven N. Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 44, n. 1, p. 31-54, 2001. DOI: 10.1016/S0167-2681(00)00152-9.

- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In Search of Useful Theory of Innovation. *Research Policy*, v. 6, n. 1, p. 36-76, 1977.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. Evolutionary Theorizing in Economics. *Journal of Economic Perspectives*, v. 16, n. 2, p. 23-46, 2002.
- NIOSI, Jorge. *Building National and Regional Innovation Systems: Institutions for Economic Development*. Cheltenham: Edward Elgar, 2010.
- PAULA, Germano Mendes; BOTELHO, Marisa dos Reis Azevedo. Evolutionary Economics Matters: An Overview of the Extraordinary Contributions of Nelson & Winter. *Revista Economia Ensaio*, (37), p. 4-24, 2022.
- PAULA, João Antônio de; ALBUQUERQUE, Eduardo M. A formação do pensamento de Celso Furtado, o imperativo tecnológico e as metamorfoses do capitalismo. *Revista Brasileira de Inovação*, 19, e0200027, 2020.
- PARK, Incha; TRIULZI, Giorgio; MAGEE, Christopher. L. Tracing the Emergence of New Technology: A Comparative Analysis of Five Technological Domains. *Technological Forecasting and Social Change*, 184, 122014, 2022.
- PEREZ, Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.
- POSSAS, Mario Luiz. *Dinâmica e concorrência capitalista: uma interpretação a partir de Marx*. São Paulo: Editora Hucitec, 1989.
- POSSAS, Mario Luiz. Economia evolucionária neoschumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 281-305, 2008.
- ROSENBERG, Nathan. Marx as a Student of Technology. In: ROSENBERG, Nathan. *Inside the Black Box*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p. 34-54.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1911.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Brothers, 1942.
- SHAIKH, Anwar. *Capitalism: Competition, Conflict, Crises*. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- SIMON, Herbert A. *Models of Bounded Rationality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1982.
- SUZIGAN, Wilson; GARCIA, Renato de Castro; FEITOSA, Paulo Henrique Assis. Institutions and Industrial Policy in Brazil After Two Decades: Have We Built the Needed Institutions? *Economics of Innovation and New Technology*, v. 29, n. 7, p. 799-813, 2020. DOI: 10.1080/10438599.2020.1719629.
- SZABO, Matyas; GARCIA, Renato. *Can Public Research Intermediaries Drive Technological Upgrading in Latecomers' Economies? Evidence from Embrapii and the CPQD unit in Brazil*. Campinas: Unicamp, 2026.
- TEECE, David. J. Explicating Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 28(13), p. 1.319-1.350, 2007.

TEECE, David. J. Business Models and Dynamic Capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), p. 40-49, 2018.

TEECE, David. J. *The evolution of the Dynamic Capabilities Framework*. Springer, 2022.

TEECE, David. J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), p. 509-533, 1997.

UNRUH, Gregory. C. Understanding Carbon Lock-in. *Energy Policy*, 28(12), p. 817-830, 2000.

VERCELLONE, Carlo. From Formal Subsumption to General Intellect: Elements for a Marxist Reading of the Thesis of Cognitive Capitalism. *Historical Materialism*, 2007, 15 (1), pp.13-36. 10.1163/156920607X171681.

WINTER, Sidney G. Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10), p. 991-995, 2003.

AGRADECIMENTOS E ADVERTÊNCIA

O autor agradece o incentivo e os comentários de Eduardo Albuquerque, organizador do livro e coordenador do projeto. Agradece também os comentários de Janáina Ruffoni a uma versão preliminar deste capítulo. As ressalvas de praxe se aplicam, e o autor é integralmente responsável pelo conteúdo e pelas interpretações apresentadas neste capítulo.

Em relação ao uso de inteligência artificial (IA) generativa, o autor declara que esse instrumento foi utilizado para busca e organização dos estudos da literatura prévia. Porém, todo o conteúdo apresentado, incluindo resultados, interpretações e análises, foi produzido de forma original pelo autor.

Capacidade de absorção da firma: elemento fundamental das revoluções tecnológicas

André Luiz da Silva Teixeira

Janaina Ruffoni

1. INTRODUÇÃO

O capitalismo é marcado por ciclos de longo prazo, os quais têm nas revoluções tecnológicas uma das suas origens (Albuquerque, 2021). Schumpeter (1911 [1997]) já chamava a atenção da importância das inovações para romper com fluxos existentes e promover o desenvolvimento econômico. Porém, esse processo não seria sem “custos”, sendo as crises um momento importante para que o sistema possa se adaptar a essas inovações disruptivas, denominadas por ele como *major innovations*. Porém, essa adaptação viria a partir do surgimento de outras inovações de menor relevância relativa, denominadas *minor innovations*, que possibilitaram a exploração efetiva do potencial econômico das primeiras (Schumpeter, 1939).

Nesse sentido, é importante que os agentes, em especial, as firmas, enxerguem as *major innovations* – e o novo contexto desencadeado por elas – como oportunidades tecnológicas relevantes e desloquem recursos para explorá-las, criando assim inovações complementares ou suplementares. Em outros termos, os agentes precisam de capacidades para identificar e reconhecer tais oportunidades como relevantes, além de capacidades para assimilá-las e explorá-las economicamente. Essas capacidades, em conjunto, são denominadas como Capacidade de Absorção (CA) (Cohen; Levinthal, 1989; 1990).

Cohen e Levinthal (1989, 1990) são considerados os autores seminais da CA e a definiram como a habilidade das firmas para reconhecer um conhecimento externo como relevante, assimilá-lo e aplicá-lo comercialmente. Ela é construída pela empresa através de esforços internos em atividades inovativas, especialmente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Cohen; Levinthal, 1989), e de esforços organizacionais deliberados para tal (Cohen; Levinthal, 1990).¹ A CA é associada aos processos de aprendizado da firma, seja a partir de conhecimentos externos provenientes da fronteira científica ou de conhecimentos advindos por parte dos seus concorrentes (Cohen; Levinthal, 1990). Ou seja, é uma capacidade tida como relevante tanto para a realização de inovações mais disruptivas quanto para um processo de imitação, respectivamente.

Porém, para Cohen e Levinthal (1989, 1990), a absorção de conhecimentos externos é influenciada não apenas por fatores organizacionais internos à firma, mas também pelas características do ambiente de aprendizado que influenciam os incentivos ao desenvolvimento de tal capacidade.

Para os autores, em contextos nos quais o conhecimento é mais complexo e evolui mais rapidamente, maior é a dificuldade de aprendizado e, portanto, maiores serão os esforços em P&D para absorvê-los (Cohen; Levinthal, 1989; 1990). Nesses termos, mudanças no contexto que alterem a velocidade – e complexidade – do avanço científico-tecnológico irão exigir que as firmas lidem com conhecimentos mais complexos e distintos e, conseqüentemente, com maiores esforços em P&D para conseguir identificar os novos conhecimentos como relevantes e explorá-los comercialmente, *i.e.*, maiores os esforços em P&D para construir a referida capacidade.

Do ponto de vista organizacional, CA é considerada uma capacidade organizacional *a lá* Nelson e Winter (1982 [2005]) e dependente das trajetórias em curso. Ou seja, rotinas e capacidades construídas para um determinado contexto podem não ser suficientes para compreender, assimilar e explorar novas oportunidades tecnológicas surgidas em outros (Cohen; Levinthal, 1990). Em outras palavras, mudanças de contexto podem exigir mudanças de capacidades para explorá-los.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar o conceito de Capacidade de Absorção como um microfundamento relevante para compreender as Revoluções Tecnológicas (RTs) inerentes ao sistema capitalista. O argumento central é que a CA e as RTs têm uma relação dual: por um lado, a CA

1. Entre tais esforços estão a construção de interfaces da empresa com o ambiente externo e intra-empresas da empresa, de forma a permitir a identificação do conhecimento externo e sua difusão intrafirma, respectivamente. Para uma síntese sobre esses determinantes, vide Teixeira (2020).

contribui tanto para os processos de inovação quanto de imitação e está na base explicativa das RTs; por outro lado, como as RTs demandam esforços diversos e distintos a cada período, a CA tende ser específica a estas. Pretende-se, assim, contribuir para a discussão dos microfundamentos da economia evolucionária, integrando a discussão de CA à de RTs.

Importante também observar que a discussão sobre CA contribui substancialmente para uma teoria alternativa da firma em relação à teoria neoclássica. Isso, pois, esse conceito está alinhado à compreensão de que a firma não é uma mera função de produção, nem faz escolhas com base em racionalidade absoluta (teoria neoclássica), mas sim é um agente com características heterogêneas, que aprende de forma cumulativa a partir do processo de tentativa e erro e realiza esforços para aprender e absorver conhecimentos que não são acessíveis de forma livre e sem custos. O conceito de CA, ao enfatizar a habilidade da firma em identificar, assimilar e explorar conhecimentos externos, aprofunda a discussão de elementos presentes na teoria evolucionária da firma, como cumulatividade, dependência de trajetória, heterogeneidade entre firmas e um comportamento e desempenho que é contexto-dependente, ou seja, depende da forma como esse agente se relaciona e aprende com o ambiente externo. Todos esses elementos são inexistentes na abordagem neoclássica. Nesse sentido, a firma passa a ser compreendida como uma organização baseada em conhecimento, cuja dinâmica inovativa depende não apenas de seus esforços internos de P&D, mas também de sua capacidade de interagir com o ambiente externo.²

Para tal discussão, o presente capítulo está estruturado em mais quatro seções, além desta Introdução. A seção 2 discute brevemente o conceito de Capacidade de Absorção, trazendo as duas formas clássicas de interpretá-lo (Cohen; Levinthal, 1989; 1990) e propondo uma terceira que as integra, baseada em Teixeira (2020). Em seguida, a seção 3 traz reflexões a partir desse conceito. Já a quarta seção busca sistematizar a relação dual entre a CA e as RTs. Por fim, são elaboradas as considerações finais.

2. CONCEITO DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO: INTERPRETAÇÕES E ELEMENTOS PRINCIPAIS

O conceito de capacidade de absorção foi definido nos trabalhos seminais de Cohen e Levinthal (1989; 1990). Em ambos os trabalhos, a CA é conceituada da

2. Para uma discussão mais específica sobre a teoria da firma evolucionária, ver os Capítulos 2 e 9 deste livro.

mesma forma: como as habilidades necessárias das firmas para reconhecerem o valor do novo conhecimento gerado externamente, assimilá-lo e aplicá-lo comercialmente. Da mesma forma, em ambos os trabalhos, a CA é associada empiricamente aos esforços internos em P&D e como uma forma de a firma aprender a partir de conhecimentos externos disponíveis, especialmente, aqueles provenientes de outras empresas.

O primeiro trabalho dos autores (Cohen; Levinthal, 1989) foi publicado em uma revista acadêmica da área da economia (*The Economic Journal*), e seu objetivo central foi analisar como diferentes características setoriais afetam os gastos em P&D da firma. Os autores estão dialogando com a relação não consensual entre concentração de mercado e investimentos em P&D (Cohen; Levin, 1989; Teixeira, 2020), buscando trazer outras características setoriais, além do grau de concentração mercadológica, como relevantes, como as condições de apropriabilidade e de oportunidade tecnológica.³

O argumento central dos autores é que a motivação da firma para investir em P&D está relacionada a: (1) geração de novos produtos e processos; (2) desenvolvimento de uma base de conhecimento internamente que a permita identificar, assimilar e aplicar comercialmente os conhecimentos externos a ela, ou seja, desenvolver sua CA. Aqui, vale destacar que os autores estão dialogando com Levin *et al.* (1987), o qual identificou que uma das principais formas de as empresas norte-americanas aprenderem com seus concorrentes é através de esforços internos em P&D⁴.

Considerando isso, os autores construíram um modelo teórico para explicar como características setoriais – *e.g.* apropriabilidade, oportunidade tecnológica e características do aprendizado – afetam os gastos em P&D da firma, considerando a CA endógena à firma (Cohen; Levinthal, 1989).

A variável central para o modelo proposto foi o estoque de conhecimento da firma. Tal estoque afeta o lucro da firma e pode ser ampliado de três formas: (1) através de esforços internos de P&D; (2) incorporando uma fração dos *spillovers*⁵ do P&D dos concorrentes; (3) incorporando conhecimentos gerados fora da

3. Cohen e Levinthal (1989) associam as condições de apropriabilidade com a força de diferentes mecanismos para capturar e proteger vantagens competitivas; quanto maiores estes, maior as condições de apropriabilidade e menores são os *spillovers*. Já as condições de oportunidade tecnológica são associadas à relevância dos conhecimentos científicos e de fontes externas de conhecimento, como universidades, fornecedores, clientes, laboratórios de pesquisa etc.

4. Teixeira (2020) mostra que os dois trabalhos utilizaram a mesma base de dados, por exemplo.

5. *Spillovers* significam transbordamentos de conhecimentos científicos e tecnológicos. É um fenômeno bastante analisado na área de geografia da inovação, por exemplo.

indústria, como em universidades. As formas (2) e (3) utilizam os conhecimentos considerados como de “domínio público” e relacionam-se respectivamente às condições de apropriabilidade e oportunidade tecnológica (Cohen; Levinthal, 1989). Para que a firma incorpore tais conhecimentos à sua base, ela necessita desenvolver sua capacidade absorptiva (CA) via P&D interno. Quanto maior a capacidade de absorção da firma, maior será a parcela desses conhecimentos de “domínio público” incorporada por ela, os quais, por sua vez, contribuem para a performance da firma (em termos de lucro e inovação). Assim, a capacidade de absorção intrafirma condiciona o efeito do grau de apropriabilidade e da oportunidade tecnológica sobre os gastos em P&D e destes sobre a performance da firma, revelando, portanto, que as firmas não absorvem os conhecimentos disponíveis sem incorrerem em custos⁶.

Porém, o efeito desse grau de apropriabilidade e da oportunidade tecnológica sobre o P&D depende do tipo de conhecimento do setor utilizado pelas firmas e da facilidade do aprendizado (*easy of learning*). Essa facilidade é afetada por três fatores: (1) complexidade do conhecimento externo; (2) ritmo do avanço do conhecimento; (3) grau de direcionamento do conhecimento às necessidades e objetivos das firmas. Quanto menos direcionado o conhecimento, mais complexo e mais rápido for o seu avanço, mais dependente a CA será dos investimentos em P&D (Cohen; Levinthal, 1989).

Cohen e Levinthal (1989) descobrem que, com um aprendizado mais difícil, um menor grau de apropriabilidade e também maiores oportunidades tecnológicas ao nível do setor, são necessários maiores esforços internos em P&D pelas firmas para desenvolverem a CA e absorverem esse maior conjunto de conhecimentos disponíveis, mas de difícil aprendizagem. Os autores também identificam que, em mercados mais competitivos, maiores *spillovers* também incentivam maiores investimentos em P&D. Isso se dá, pois o benefício privado (da firma) de estar apta a absorver os *spillovers* é maior do que a perda oriunda dos transbordamentos⁷. Isso é especialmente verdade quando o aprendizado e a absorção de conhecimentos são mais dependentes do P&D (*i.e.*, um aprendizado mais difícil, como referido anteriormente).

Assim, uma contribuição relevante do primeiro estudo de Cohen e Levinthal (1989) para compreender a CA é o fato de ela estar associada diretamente com o es-

6. Para uma revisão sobre os outputs da CA, vide Volberda, Foss e Lyles (2010). Para um exemplo do papel da CA enquanto mediadora na performance da firma, vide Engelen *et al.* (2014).

7. Uma análise adicional (não explorada pelos autores) pode ser a de que, em mercados menos competitivos, os incentivos privados para absorver possíveis *spillovers* para inovar sejam relativamente menores da perda oriunda dos *spillovers* e, portanto, os incentivos para investir em P&D também.

toque de conhecimento da empresa, o qual é influenciado de forma positiva e dual pelo esforço interno de P&D, pois este gera novos conhecimentos internamente e permite a essa firma melhor absorver os conhecimentos externos disponíveis.

Já no segundo trabalho, publicado em uma revista de administração (*Administrative Science Quarterly*), Cohen e Levinthal (1990) vão considerar a própria CA um objeto de análise. Para tanto, os autores a associam à capacidade organizacional definida por Nelson e Winter (1982 [2005]), compreendendo-a como algo dependente da “conexão entre um mosaico de capacidades individuais” (Cohen; Levinthal, 1990, p. 133, tradução própria). Ou seja, a CA seria formada tanto pelas habilidades dos indivíduos quanto pelas rotinas que os conectam organizacionalmente.

Do ponto de vista da habilidade dos indivíduos, os autores destacam que estes são dotados de habilidades construídas a partir da resolução de problemas ou de forma associativa entre o conhecimento prévio destes e outros conhecimentos externos já adquiridos e assimilados por eles. Para os autores, isso é equivalente a uma “Capacidade de Absorção do Indivíduo”, absorvendo mais facilmente os novos conhecimentos que são próximos aos conhecimentos preexistentes.⁸ Nessa perspectiva, os indivíduos exercem papel importante no processo de absorção de novos conhecimentos, atuando, por exemplo, como *gatekeepers*, isto é, como responsáveis por alcançarem a inovação por meio da sinergia entre a busca externa e a assimilação. Também podem atuar como *shepherds*, instigando a aplicação de conhecimentos externos e direcionando o processo de escolha de projetos intra-firma (Ter Wal; Criscuolo; Salter, 2017).

Porém, como argumentado, a CA no nível da firma não é uma mera soma das CAs individuais. Ela depende de estruturas e processos internos que favoreçam a transferência de conhecimentos inter e intraunidades da firma. Tais aspectos organizacionais se referem às estruturas de comunicação tanto com o ambiente externo quanto intrafirma e podem ser associados a rotinas internas (Lewin; Massini; Peeters, 2011) que promovam a conexão da intrafirma e com o ambiente externo.

Logo, Cohen e Levinthal (1990) argumentam que a CA tende a ser idiossincrática à firma e residir, em grande parte, nas suas rotinas organizacionais (Nelson; Winter, 1982 [2005]),⁹ conferindo-lhe elevado grau de taciticidade e impedindo que esta seja facilmente copiada ou adquirida externamente em sua totalidade.

8. Aqui, trata-se da proximidade tecnológica ou da vizinhança tecnológica. Refere-se ao entendimento de que há similaridades de conhecimento tecnológico, ou seja, cada tecnologia possui uma linguagem e aplicações específicas. Tecnologias semelhantes e/ou complementares àquela que se domina são mais facilmente compreendidas.

9. Para mais discussão sobre rotinas, vide Capítulos 2 (sobre inovação) e 5 (sobre racionalidade).

Além disso, os autores argumentam que a CA é cumulativa e dependente da trajetória: quanto maior a CA da firma em determinada área, mais fácil e rápido será para esta absorver novos conhecimentos provenientes da mesma área e de áreas correlatas, e melhor será a habilidade de avaliação e expectativa da firma quanto aos avanços destas. Ou seja, a firma tende a identificar e absorver conhecimentos próximos daqueles já explorados por ela anteriormente. Isso tem um aspecto positivo, que é ser capaz de acompanhar os avanços científicos e tecnológicos da área de conhecimento que domina, mas também pode resultar em um processo de *lock-in* no âmbito da firma, dificultando a identificação de novas trajetórias tecnológicas ou a adaptação a novos paradigmas tecnológicos (como definidas no Capítulo 1).

Em suma, pode-se afirmar que os trabalhos seminais de Cohen e Levinthal (1989; 1990) trazem visões complementares sobre a CA das firmas e sua origem. O primeiro trabalho foca em como características setoriais – ou do “ambiente de aprendizado”, conforme interpretado por Cohen e Levinthal (1989) – influenciam os gastos em P&D da firma quando estes contribuem não apenas para inovar diretamente, mas também para absorver conhecimentos externos à firma. Já o segundo trabalho “olha para dentro da firma”, discutindo como processos e estruturas organizacionais afetam tal capacidade.

Especialmente a partir do segundo estudo, diversos trabalhos buscaram redefinir essa capacidade, explorando novas dimensões ou associando-a à capacidade dinâmica (Zahra; George, 2002), às formas de aprendizado (Lane; Koka; Pathak, 2006) ou às metarrotinas (Lewin; Massini; Peeters, 2011). Outros trabalhos já buscaram analisar empiricamente quais práticas organizacionais favorecem a CA (Jansen; Van Den Bosch; Volberda, 2005; Schmidt, 2005; Duchek, 2015). Gebauer e Worch (2015) e Volberda, Foss e Lyles (2010) trazem revisões relevantes sobre tais assuntos.

Teixeira (2020) realizou uma revisão da literatura a respeito da abordagem da CA e propôs um *framework* agregando as contribuições seminais de Cohen e Levinthal (1989; 1990) aos avanços mais recentes. Inspirado nas críticas de Lane, Koka e Pathak (2006), o autor sugere que a CA seria formada por uma “configuração elementar bipartite” em que a primeira parte seria “voltada para fora”, destinada a identificar conhecimentos externos relevantes, enquanto a segunda seria “voltada para dentro”, focada no processo de assimilação do conhecimento externo e sua efetiva aplicação, de acordo com os objetivos inovativos das empre-

sas. Mate-Sanchez-Val e Harris (2014) encontram, empiricamente, divisão similar para o contexto europeu.¹⁰

A Figura 1 sintetiza essa visão, na qual a primeira parte é representada por um funil (item 1 da figura), enquanto a segunda, por “canalizadores” intraempresa (canalizadores 1 e 2). Cada parte da CA dependeria de processos organizacionais específicos ou, como denominam Lewin, Massini e Peeters (2011), de “rotinas práticas” para tal.

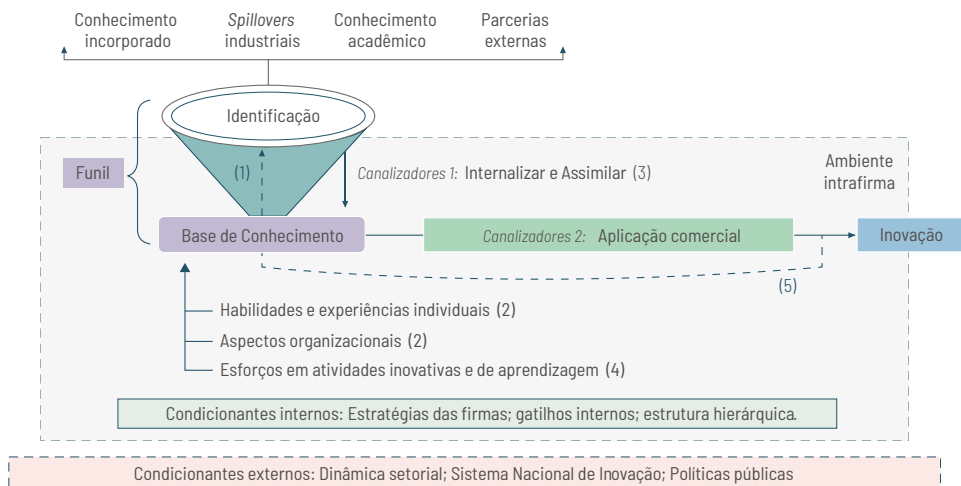
Por exemplo, para identificar os conhecimentos externos relevantes, as empresas podem se valer de participação em redes de conhecimento (Lewin; Massini; Peeters, 2011) e da atuação de indivíduos *gatekeepers* (Cohen; Levinthal, 1990). Entre estes, estão, por exemplo, os pesquisadores alocados em atividades de P&D (Teixeira; Rapini; Caliari, 2020) e sua rede acadêmica (Murray, 2004). Esse funil é responsável por “filtrar” os conhecimentos que a empresa, a partir dos seus processos e base prévia de conhecimento, vai considerar como relevantes.

Já entre os fatores que contribuem para assimilação e aplicação do conhecimento externo (“parte voltada para dentro”) estão a construção de redes intraempresa, mecanismos de integração social, *job rotation* etc. (Jansen; Van Den Bosch; Volberda, 2005; Cohen; Levinthal, 1990). Num sentido mais genérico, pode-se dizer que são métodos – ou rotinas – organizacionais intraempresa que favorecem a efetiva aplicação do conhecimento enxergado como relevante. Aqui, o foco não é discutir especificamente quais são esses métodos, mas sim reconhecer que a capacidade de absorção é uma capacidade organizacional, que depende de rotinas para isso; em outras palavras, a absorção de conhecimentos externos depende de esforços organizacionais para tal.¹¹

10. Os autores encontram, via análise fatorial, que a parte “voltada para dentro” seria formada por inovações organizacionais enquanto a parte “voltada para fora” estaria relacionada com conexões das empresas com fontes externas de conhecimento.

11. Teixeira, Rapini e Caliari (2020) mensuram empiricamente esses esforços organizacionais a partir da variável de implementação de inovações organizacionais definidas pela terceira edição do Manual de Oslo e empregadas pela Pesquisa de Inovação (PINTEC).

Figura 1. Configuração elementar bipartite da capacidade de absorção



Fonte: Adaptado de Teixeira (2020).

Um elemento que une ambas as partes é a base de conhecimento intrafirma. Esta é construída pelas habilidades dos indivíduos e pela forma como estão interligados (item 2 na Figura 1), o que lhe confere um caráter organizacional, coletivo e específico a cada empresa. Portanto, como presente em Cohen e Levinthal (1990), essa base de conhecimento fará com que as empresas tenham “funis” distintos e, portanto, enxerguem as oportunidades e conhecimentos disponíveis de forma diferenciada. Por outro lado, essa base também é construída ao longo do processo inovativo, seja através de esforços inovativos (item 4 na Figura 1), como treinamento da mão de obra ou esforços em P&D, ou como um resultado do próprio processo de absorção de conhecimentos (item 5 na Figura 1), concedendo um caráter também dinâmico a essa base e à CA em si.¹²

Por fim, aspectos mais gerais intrafirma também influenciam no desenvolvimento da CA, como gatilhos internos (Zahra; George, 2002; Kim, 1999), estratégias da empresa e estrutura interna (Van Den Bosch; Volberda; De Boer, 1999). Aspectos externos a ela também, como a dinâmica competitiva do mercado e o ambiente de aprendizado (Cohen; Levinthal, 1989; Engelen *et al.*, 2014; Escribano; Fosfuri; Tribó, 2009), políticas econômicas (KIM, 1999) e, de modo mais geral, as especificidades do Sistema Nacional de Inovação (Teixeira; Rapini; Calia-

12. O termo “dinâmico” aqui é empregado no sentido de que, por um lado, bases de conhecimentos prévias direcionam/influenciam a absorção dos conhecimentos externos e, por outro lado, elas são desenvolvidas ao longo do processo de absorção de conhecimentos, como argumentado por Cohen e Levinthal (1989).

ri, 2020; Bilgili; Kedia; Bilgili, 2016). Estes funcionam como “gatilhos externos” para induzir a construção da CA (Zahra; George, 2002) ou levar à construção desta de forma diferente (Kim, 1999; Teixeira; Rapini; Caliari, 2020).

Em suma, a partir do *framework* proposto por Teixeira (2020), é possível abrir a “caixa-preta” dessa capacidade, explicitando seus determinantes e processos mais centrais e genéricos, sem adentrar em métodos organizacionais específicos (como feito em outros estudos) e perder um caráter mais genérico, importante para análises teóricas.

Ademais, ela permite enxergar a absorção de conhecimentos externos como um processo em que a identificação de um conhecimento externo como relevante e sua efetiva exploração comercial pela empresa não são automáticas; envolvem intencionalidades e esforços deliberados para isso, sejam eles esforços humanos, financeiros ou organizacionais.¹³ Ademais, esse *framework* também destaca que uma CA completa depende das duas partes combinadas, isto é, apenas conseguir acessar novos conhecimentos (primeira parte) não é suficiente para ter uma CA completa, que permita à empresa, de fato, transformar esse novo conhecimento em novos produtos, novos processos etc.¹⁴

É importante reforçar que a CA é uma capacidade organizacional, determinada por habilidades dos indivíduos e rotinas intraempresa (Cohen; Levinthal, 1990). E, por ser dependente de rotinas organizacionais, como explicado em Nelson e Winter (1982 [2005]), diferentes contextos externos à firma podem demandar diferentes rotinas para tal absorção, algo que será explorado nas seções seguintes.

A próxima seção objetiva explorar alguns ensinamentos ou reflexões do conceito de CA, objetivando mostrar a sua relevância e utilidade para a microecono-

13. Cohen e Levinthal (1990) chamava a atenção para o fato de que “Uma capacidade absorativa organizacional não depende simplesmente da interface direta da organização com o ambiente externo. Esta também depende da transferência de conhecimento entre e dentro das subunidades da organização” (Cohen; Levinthal, 1990, p. 131, tradução própria).

14. Zahra e George (2002) trazem um argumento similar ao adicionar uma nova dimensão (a de transformação) e separar a CA em duas: CA potencial e CA realizada. A primeira seria determinada pela aquisição e assimilação dos conhecimentos externos, estando vinculada especialmente à ampliação da base de conhecimento intrafirma. Já a CA realizada é ligada à transformação e aplicação comercial desse novo conhecimento. Os autores argumentam que existiria um fator de eficiência entre as duas capacidades, demonstrando a importância de se combinar o acesso a novos conhecimentos com esforços internos deliberados para aplicá-lo em novos produtos etc. Entretanto, Todorova e Durisin (2007) não concordam com essa separação, ao criticarem a ordem entre as dimensões de assimilação e de transformação, ao dizer que, na verdade, as duas são substitutas entre si. O *framework* apresentado busca evitar tal debate e focar no elemento principal: necessidade de se combinar esforços para acessar conhecimentos externos com esforços intraempresa para combiná-lo com a base de conhecimento existente e, assim, conseguir inovar e explorá-lo comercialmente.

mia evolucionária. Para uma discussão mais empírica sobre a mensuração desse conceito (e seus determinantes), o trabalho de Teixeira (2020) pode ser útil.

3. ENSINAMENTOS OU REFLEXÕES A PARTIR DO CONCEITO DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO

Nesta seção, são apresentadas três reflexões a partir do conceito de capacidade de absorção (CA): (1) absorção de conhecimentos externos não é livre, única e sem custos; (2) há uma indissociabilidade entre inovação e imitação; e (3) os esforços organizacionais de aprendizado e de absorção de conhecimentos são diferentes em contextos distintos.

3.1. Absorção de conhecimentos externos não é livre, única e sem custos

Cohen e Levin (1989) sugerem que o trabalho seminal de Cohen e Levinthal (1989) surge como uma resposta à crítica sobre o pressuposto de que transbordamentos intraindústria – ou de outros agentes – podem ser identificados e utilizados sem custos pelas firmas. Segundo Cohen e Levinthal (1989), tais conhecimentos poderiam ser considerados como conhecimentos de “domínio público” e estariam atrelados às condições de apropriabilidade e oportunidade tecnológica. Segundo os autores, para que a firma incorpore tais conhecimentos à sua base, ela necessita desenvolver CA via P&D interno. Quanto maior a CA da firma, maior será a parcela desses conhecimentos de “domínio público” identificada como relevante pela empresa e incorporada por ela. Ou seja, as firmas não absorvem as informações disponíveis sem incorrerem em custos e de forma única.

Ou seja, aqui têm-se dois elementos para aprofundamento: (1) heterogeneidade na absorção de conhecimentos externos; (2) necessidade de esforços prévios, especialmente em P&D.

Quanto ao primeiro ponto, o argumento de Edith Penrose (1959 [2006]) é um bom ponto de partida. Em seu livro sobre o crescimento das empresas, a autora traz uma crítica à noção neoclássica de que recursos abundantes seriam recursos livres e sem valor econômico. A autora argumenta que:

[O] fato de um bem estar livremente disponível pode encorajar inovações que usem seus serviços na produção. O recurso livre poderá nunca tornar-se um bem com valor no sentido econômico, mas ainda assim influenciará poderosamente o comportamento econômico, em parte porque os serviços que pode

prestar não são livres no mesmo sentido que o recurso é livre (Penrose, 1959 [2006], p. 134-135).¹⁵

Se entendermos o conhecimento disponível (seja ele acadêmico ou empresarial) como um desses recursos, o argumento de Cohen e Levinthal (1989; 1990) se alinha a essa ideia, ou seja, um mesmo conhecimento não será avaliado igualmente pelas empresas. Isto é, os serviços – ou aplicações – que esses conhecimentos terão na firma dependem das capacidades intraempresas para avaliá-los como relevante. As habilidades dos indivíduos e os processos internos organizacionais são fundamentais para definir como a firma pode aproveitar o conhecimento que está público e disponível. Tais aspectos são específicas à firma.¹⁶

Ademais, essa heterogeneidade na avaliação do conhecimento externo também estava presente nos trabalhos de Arrow (1962) e Nelson e Winter (1982 [2005]). Para Arrow (1962), o valor de uma informação a ser usada em determinada atividade inventiva é conjuntural e, devido ao seu elevado conteúdo intangível e indivisibilidade, ela seria subestimada ou as partes dessa informação seriam valoradas de forma diferente entre os atores. Essa heterogeneidade também pode ser lida a partir do CA enquanto capacidade organizacional, na qual o “cardápio de escolhas da firma seria idiossincrático a elas” (Nelson; Winter, 1982 [2005]), ou seja, as oportunidades enxergadas como relevantes pelas empresas dependem das suas rotinas para tal e de sua base de conhecimento. Esta funcionaria como “heurística”¹⁷ para o processo de busca e aquisição de novos conhecimentos externos pela firma (Teixeira, 2020).

15. Em termos mais gerais, Penrose (1959 [2006]) parte da visão da firma enquanto um “conjunto de recursos produtivos cuja disposição entre diversos usos e através do tempo é determinada por decisões administrativas” (p. 61). Tais recursos são tanto humanos quanto materiais (tangíveis) que a firma desenvolve ou compra. Cada recurso existente (produtivo ou gerencial) oferece diversos serviços potenciais e são esses serviços que importam para o crescimento da firma. Esses serviços referem-se ao modo como o recurso é usado, a uma “função” ou atividade específica exercida por ele. Por exemplo, há os *entrepreneurial services*, ligados à elaboração de planos de expansão e ações para introduzir e aceitar novas ideias quanto a novos produtos, tecnologias, mercados, formas organizacionais etc. Este seria realizado por um indivíduo ou grupo de indivíduos empreendedores. Já os serviços administrativos se referem à execução dessas ideias empreendedoras e à supervisão das atividades já existentes. Ambos os serviços são determinados pelos conhecimentos e experiências prévias dos recursos humanos administrativos (como um gestor ou grupo de gestores). Para Teixeira (2020), os primeiros serviços seriam ligados ao funil da CA, enquanto os segundos aos canalizadores desta.

16. Para uma relação mais específica entre os autores, veja Teixeira (2020).

17. Uma heurística pode ser entendida como qualquer princípio ou instrumento que contribui para a redução do tempo ou escopo da busca por solução (Nelson; Winter, 1982 [2005]).

Quanto ao segundo aspecto – i.e. necessidade de esforços para absorção de conhecimentos externos, especialmente esforços em P&D –, o trabalho de Penrose (1959 [2006]) também é um ponto de partida. A autora defende que as empresas criam departamentos internos de pesquisa como forma de gerar novos conhecimentos e serviços produtivos que as capacitem tanto para inovar quanto para acompanhar o desenvolvimento técnico gerado por seus concorrentes. A passagem seguinte retrata isso:

Embora novas oportunidades de expansão possam estar relacionadas a mudanças nas condições externas ou internas à firma, uma concorrência de certo tipo une essas mudanças umas às outras. As ações esperadas por partes dos concorrentes fazem parte do ambiente externo de qualquer firma, e as técnicas adotadas por ela para manter suas posições perante seus concorrentes exercem uma significativa influência no tipo de novos serviços produtivos criados dentro dela. As relações entre a concorrência nos mercados e a oferta interna de serviços produtivos possuem um significado particular em todos os casos nos quais a firma deve manter-se a par de novos desenvolvimentos técnicos para poder competir com sucesso, e nos casos em que sua contínua lucratividade estiver associada às possibilidades de inovação. O resultado de tais condições competitivas tem sido a adoção quase universal por grandes firmas de laboratórios de pesquisas industriais, que aumentam consideravelmente a velocidade na criação de serviços produtivos e de novos conhecimentos dentro da firma (p. 171).

Nelson (1959) e Mowery (1983) trazem argumentos complementares. Para os autores, as firmas investem em pesquisas internas visando obter um conhecimento científico prévio que as capacitem para acompanhar e avaliar os avanços tecnológicos externos a elas, especialmente quando estes são complexos e amplos. Como destacado por Cohen e Levinthal (1989; 1990), o P&D interno tende a ser mais importante para a absorção do conhecimento externo quando este for mais distante daquilo que a empresa já faz e possui, como os conhecimentos advindos das ciências básicas.

Já Levin *et al.* (1987) encontraram que a principal forma para o aprendizado a partir das tecnologias dos rivais é a realização de P&D intrafirma. Para os autores, uma firma realiza tal atividade para acompanhar os seus competidores e este seria realizado de forma complementar a outros projetos de P&D da firma distintos aos seus competidores. Conforme exposto por Teixeira (2020), esse estudo provavelmente influenciou na definição do conceito de Capacidade de Absorção de Cohen e Levinthal (1989) pelo fato de os dois trabalhos usarem a mesma base de dados e ambos estarem focados em compreender os determinantes dos inves-

timentos empresariais em P&D, indo além de tamanho de empresa ou concentração de mercado.

Em síntese, esse duplo papel do P&D intrafirma é o cerne do conceito de capacidade de absorção e indica uma complementaridade entre esforços internos de aprendizado com a absorção de conhecimentos externos à firma. Análises econômicas reforçam esse argumento.

Malerba (1992) indica, para o contexto norte-americano e usando a mesma base de dados de Cohen e Levinthal (1989), que, dependendo da estratégia da firma, ela combinará esforços internos com a absorção de conhecimentos externos de fontes diferentes. O autor encontra, por exemplo, que, para uma diferenciação vertical no produto (melhoria de performance), a empresa combinaria esforços internos em P&D com conhecimentos advindos de fornecedores de máquinas e materiais; já para uma diferenciação horizontal no produto (novos produtos), faz-se necessária uma combinação mais diversa de aprendizado, como aprender fazendo, usando e interagindo com usuários, além do uso de conhecimentos advindos das ciências básicas e aplicadas.

Ainda no contexto norte-americano, Arora *et al.* (2019) indicam que os esforços em P&D continuam importantes para absorver conhecimentos das universidades, mesmo que de forma diferenciada, a partir da emergência da universidade empreendedora e da proliferação de *spinoffs* acadêmicas.

Mas, olhando para o caso sul coreano e tirando conclusões sobre firmas em países em processo de *catching up*, Kim (1999) argumenta que a complementaridade entre conhecimentos externos e intrafirma depende da estratégia adotada por estas. No caso de as firmas buscarem realização de cópias de tecnologias já maduras, estas combinam esforços internos de engenharia reversa com a atração de mão de obra qualificada ou acordos de licenciamento de tecnologia ou transferências informais. Já quando tais firmas buscam criar cópias aprimoradas de tecnologias disponíveis, isso envolve esforços internos em P&D e a transferência formal de tecnologia. Já quando estas buscam competir na fronteira tecnológica, amplia-se a importância dos esforços internos em P&D, combinando a internacionalização destes com o uso de pesquisas de universidades ou institutos de pesquisa.

Já Figueiredo, Cohen e Gomes (2013), a partir de estudos de caso para o contexto brasileiro, identificam que a combinação entre interações com organizações externas (com universidades, por exemplo) e esforços internos para difundir o conhecimento intraempresa (*e.g.* grupos multidisciplinares e realizações de seminários) favoreceu a geração de maiores capacidades inovativas intraempresa. Também para o contexto brasileiro, Teixeira, Rapini e Caliari (2020) identificam que as capacidades absorptivas, tanto de conhecimentos acadêmicos quanto de co-

nhecimentos de mercado, dependem de esforços internos de treinamento da mão de obra e da aquisição de P&D externo, além da implementação de inovações organizacionais (nas relações externas e internas, respectivamente).

Essa primeira reflexão leva a outras duas também importantes. Em primeiro lugar, esse papel dual do P&D e o reconhecimento de que absorver conhecimentos “disponíveis” envolve esforços deliberados para isso, implica reconhecer uma possível indissociabilidade entre inovação e imitação ou, de outra forma, uma melhor compreensão a respeito da diferença e complementaridade entre estas. O trabalho de Kim (1999) ilustra essa reflexão, e o próprio Cohen e Levinthal (1989) a reforçam ao afirmarem que:

While encompassing a firm’s ability to *imitate* new process or product innovations, absorptive capacity also includes the firm’s ability to exploit outside knowledge of a more intermediate sort, such as basic research findings that provide the basis for subsequent applied research and development” (p. 569-570, grifo próprio).

Em segundo lugar, Cohen e Levinthal (1989) explicitaram que o “ambiente de aprendizado” – determinado por características setoriais como apropriabilidade, oportunidade tecnológica e facilidade de aprendizado – influenciava os esforços para construção da CA. Em seu segundo estudo, ao incorporar as ideias de Nelson e Winter (1982 [2005]), Cohen e Levinthal (1990) vão argumentar que diferentes rotinas serão importantes dependendo do contexto e desse ambiente de aprendizado, abrindo espaço para uma segunda reflexão: diferentes contextos demandam a construção de capacidade de absorção diferenciada. As próximas subseções se debruçam sobre essas duas reflexões adicionais.

3.2. Inovação e imitação: duas faces de uma mesma moeda

Em primeiro lugar, é preciso distinguir o que, nesta seção, se entende como inovação e imitação. Conforme Kim (1997 [2005]), em Schumpeter (1911 [1982]) é possível encontrar a distinção entre imitação e inovação, sendo que “inovação envolve a comercialização de um invento, que se limita ao processo de criação e descoberta de algo novo, enquanto a imitação refere-se à difusão da inovação” (Kim, 1997 [2005], p. 30).

Entretanto, a literatura evoluiu consideravelmente desde então, e a diferenciação entre esses dois fenômenos tornou-se mais complexa e aprofundada. Por exemplo, para o *Manual de Oslo* (2018), utilizado como referência para diferen-

tes pesquisas *surveys* nacionais sobre inovação (como CIS e PINTEC), a inovação, num sentido mais geral, não deve ser associada apenas à implementação de algo completamente novo ao mercado; ela também pode envolver a implementação de tecnologias novas apenas para a empresa (OECD/Eurostat, 2018). Todavia, isso pode confundir com a noção de imitação definida por Kim (1997 [2005]).

Como definido por Kim (1997 [2005]), a imitação não é uma mera cópia; ela “abrange desde a reprodução ilegal de produtos populares até a fabricação de produtos inovadores que são apenas inspirados em uma marca pioneira” (p. 27). Enquanto a inovação, nesse contexto, deve ser entendida como aquela atividade pioneira (p. 30), isto é, com a primeira empresa que inseriu determinada invenção no mercado. O restante seria “imitador” (Kim, 1997 [2005]).

Feita essa distinção, é preciso reconhecer que a imitação não é algo simples e não se refere a algo que demanda poucos esforços pela firma. Dosi (1988, p. 1.140) argumenta que:

In general, it must be noticed that the partly tacit nature of innovative knowledge and its characteristics of partial private appropriability makes imitation, as well as innovation, a creative process, which involves search, which is not wholly distinct from the search for “new” development, and which is economically expensive – sometimes even more expensive than the original innovation (p. 1.140).

Então, se a imitação não é uma atividade qualquer, o que ela é? Há diferentes graus de complexidade na imitação? Em que medida ela se aproxima da denominada “inovação pioneira”?

O trabalho de Kim (1997 [2005]) ajuda a compreendê-la. Para o autor, a imitação pode ser dividida entre aquela “reprodutiva” e a “criativa”. A imitação reprodutiva está associada à cópia ou clonagem de produtos existentes. São produtos muito similares aos originais, criados na ausência de direitos ou propriedade intelectual ou a partir de acordos de transferência de tecnologia. São comercializados com suas próprias marcas e a preços mais baixos, podendo, inclusive, superar os originais em termos de qualidade. Para o autor, essa imitação não exige grandes estruturas de P&D especializadas, e a absorção da tecnologia é feita principalmente a partir de esforços internos em engenharia reversa. Essa engenharia reversa seria necessária para identificar os elementos tecnológicos específicos e suas combinações também idiossincráticas. Para o autor, a imitação reprodutiva também exigiria “grande capacidade interna para *identificar* a natureza e a fonte da tecnologia em questão, negociar sua transferência ou engenharia reversa, e *assimilar* todo o conhecimento possível para *aplicá-lo* às necessidades específicas

do mercado” (p. 28, grifos próprios). Em outras palavras, a imitação reprodutiva também exige capacidade de absorção, mas construída principalmente por esforços de engenharia reversa, e não em P&D.¹⁸

Kim (1997 [2005]) argumenta que a imitação reprodutiva seria adequada para firmas de países retardatários em seus primeiros estágios de industrialização ou em processo de *catching up*, pois a tecnologia já estaria desenvolvida e disponível, facilitando a execução da imitação reprodutiva. Argumento similar é apresentado por Freeman e Soete (2008) quando afirmam que a fase da maturidade de um paradigma tecnológico representa uma possível janela de oportunidade para os países em desenvolvimento.

Contudo, duas ressalvas à estratégia da imitação reprodutiva devem ser feitas. Em primeiro lugar, em países como o Brasil, onde há elevado número de patentes concedidas a empresas estrangeiras (o que amplia a apropriabilidade do conhecimento pelas firmas pioneiras), estes registros operam como um empecilho à imitação reprodutiva, pois representam um custo adicional ao processo e dificultam o desenvolvimento de capacidades locais (Lall, 2003; Chiarini; Rapini; Silva, 2017; Mazzoleni; Nelson, 2007).

Isso exigiria das empresas esforços para criarem produtos “ao redor” das tecnologias patenteadas, o que tenderia a exigir uma capacidade abortiva mais elevada do que aquela para imitar produtos sem restrição patentária. Ademais, para Kim (1997 [2005]), a imitação reprodutiva não oferece ao imitador uma vantagem competitiva sustentável em termos de tecnologia (p. 28), mas apenas uma margem competitiva de preços, se possível. Para o autor, faz-se necessário migrar para um processo de “imitação criativa”.

Para o autor, a imitação criativa visa à geração de produtos similares ao produto pioneiro, mas com novas características de desempenho. Isso pode se dar de várias formas, seja a partir da cópia do *design*, mas incorporando especificações de engenharia, até situações em que o imitador consegue superar o inovador pioneiro a partir da incorporação de novas tecnologias e de maior conhecimento do mercado.¹⁹ Para Kim (1997 [2005]), pode ser difícil, na prática, distinguir a inova-

18. Para o autor, no caso sul-coreano, a engenharia reversa contempla diversas atividades similares à P&D. Ela envolve atividades para: (1) avaliar necessidades potenciais de mercado; (2) localizar conhecimentos relevantes; e (3) introduzir ambos os elementos em um projeto. Ele também mencionou interações com outras áreas da empresa e com agentes externos (algo defendido por Cohen e Levinthal, 1990), além de métodos de tentativa e erro (p. 31).

19. Mais especificamente, Kim (1995 [2005]) traz quatro situações de imitação criativa: (1) As cópias de *design* imitam o estilo do produto pioneiro/líder, mas possuem marca e engenharia próprios; (2) Já o salto tecnológico envolve situações em que o imitador consegue superar o inovador pioneiro a partir do acesso a tecnologias mais recentes e maior conhecimento do mercado; (3) já as

ção pioneira da imitação criativa, e um dos motivos é que ambas envolvem elevados gastos em P&D e um aprendizado específico para criá-las, enquanto a primeira geralmente se baseia em ideias já existentes, e não em algo completamente novo (p. 30), o que seria, a princípio, uma característica da imitação criativa.

Nesse ponto, o conceito de CA reforça a ideia de que a inovação e a imitação criativa são similares em seus processos, uma vez que a primeira também se baseia em conhecimentos anteriores e que ambas necessitam de esforços em P&D para absorvê-los. Logo, no extremo, a diferença entre um inovador pioneiro e um imitador criativo pode residir apenas numa questão temporal, isto é, quem foi o primeiro a inserir o produto no mercado. E, para ser imitador, especialmente o criativo, os esforços em P&D e em CA são muito similares aos do inovador pioneiro. Refletindo a partir de Freeman e Soete (2008), pode-se dizer que quanto mais próximo da fronteira tecnológica (do inovador pioneiro) a firma desejar estar, mais importante e complexo deverá ser seu esforço interno em P&D.²⁰

Em suma, os processos de inovação e de imitação podem envolver esforços similares de absorção de conhecimentos existentes, ainda que o segundo possa se valer dos resultados dos pioneiros. Porém, como mostrado na seção anterior, essa imitação do concorrente não é automática e sem custos; exige a construção de uma capacidade absorativa deliberada, estratégica e contexto-dependente. Isto é, a imitação (reprodutiva ou criativa) é entendida como uma estratégia deliberada da firma e não, necessariamente, um resultado da sua “incapacidade” de não inovar pioneiramente. Em outras palavras, a estratégia da firma pode ser do tipo seguidora, incorrendo em relativamente menores riscos, mas exigindo uma capacidade absorativa específica a tal estratégia (e.g. mais ou menos dependente dos esforços em P&D ou de engenharia reversa). A respeito do aspecto de ser contexto-dependente, como discutido na seção 2, características do ambiente do aprendizado, seja em termos setoriais ou do sistema de inovação, influenciam na construção da CA (Cohen; Levinthal, 1989; Kim, 1999; Teixeira; Rapini; Caliari,

adaptações criativas envolvem melhoramentos criativos nos produtos a partir de outros já existentes enquanto (4) as adaptações a outros ramos de atividades implicam a aplicação de uma inovação tecnológica desenvolvida para um ramo em outro.

20. Freeman e Soete (2008), no Capítulo 10, discutem diferentes tipos de estratégias inovativas. Entre elas, três são de interesse aqui: estratégia ofensiva, defensiva e imitativa. A primeira é próxima ao que trouxemos de “inovação pioneira”: são firmas que buscam a liderança tecnológica e de mercado, e, por isso, realizam elevados investimentos em P&D interno; já a defensiva é aquela firma que busca ser seguidora rápida, aprendendo com os erros da pioneira, investindo também fortemente em P&D; já a imitativa é aquela firma que se concentraria na geração de inovações incrementais e ofertaria produtos semelhantes aos já existentes, realizando, portanto, um P&D mais simples e adaptativo e aprendendo a partir de licenciamentos de tecnologias e aquisição de *know-how* das pioneiras.

2020). Logo, mudanças em tais contextos também levam a mudanças na construção da CA. A próxima seção explora essa conexão.

3.3. Diferentes contextos, diferentes formas de absorver os conhecimentos externos

Nesta seção, dois complementos são feitos sobre essa relação entre contexto externo e a capacidade de absorção.

Em primeiro lugar, como mostrado na seção 2, Cohen e Levinthal (1989) deixaram explícito que o “ambiente de aprendizado” influencia nos incentivos que as empresas têm para realizar seus investimentos em P&D interno. No argumento dos autores, o fator-chave para caracterizar esse ambiente era a variável *easy of learning*, determinada, entre outros fatores, pelo grau de complexidade dos conhecimentos, tipo de conhecimento e o seu ritmo de avanço. Apesar de os autores discutirem tal ambiente especialmente em nível setorial, o argumento pode ser extrapolado para o contexto mais amplo (macro, institucional etc.). Este funcionaria como “gatilho” à construção da CA (Zahra; George, 2002): diferentes contextos implicam diferentes “gatilhos” e, portanto, induzem à construção da capacidade de absorção de forma diferenciada (Kim, 1997 [2005]; Teixeira; Rapi- ni; Caliri, 2020; Lundvall *et al.*, 2009).

Como será mostrado na próxima seção, essas características se alteram de tempos em tempos, entre as revoluções tecnológicas, fazendo com que o “ambiente de aprendizado” seja distinto e, conseqüentemente, os esforços para absorver novos conhecimentos também.

Outra forma de enxergar essa relação é a partir da definição da CA enquanto capacidade organizacional *a lá* Nelson e Winter (1982 [2005]), discutida na seção 2. Vale lembrar que, nesse caso, a CA era construída a partir de uma conexão entre um mosaico de habilidades individuais (Cohen; Levinthal, 1990). Ou seja, a CA depende das rotinas internas para que a absorção de conhecimentos deixe de ser algo do indivíduo para tornar-se algo da firma como um todo.

De forma resumida, tais rotinas são definidas como padrões de comportamento possíveis em uma dada organização, definindo uma lista de funções que determinam como a empresa e seus membros agem perante as condições intrafirma ou externas a ela. Mudanças no ambiente resultam em mudanças no desempenho das habilidades dos indivíduos e das rotinas da firma. Ademais, tais rotinas também são selecionadas pelo ambiente como adequadas a este e, então, replicadas – ou imitadas – pelas demais firmas. Para uma discussão mais aprofundada sobre seleção, veja o Capítulo 1.

Adaptando para a discussão da CA, pode-se dizer que mudanças no “ambiente de aprendizado” – ou no contexto em geral – irão demandar rotinas distintas para absorver os conhecimentos presentes neste ambiente; de outra forma, novos ambientes irão selecionar outras rotinas como adequadas para absorver tais conhecimentos e estas serão replicadas entre os agentes por um processo de imitação entre eles. Isso tem efeito importante, especialmente para países em desenvolvimento: as rotinas e as consequentes CAs, construídas para determinado contexto, podem não ser efetivas para lidar com novos contextos.

E, entre as mudanças de contexto mais amplas e importantes para a análise neo-schumpeteriana, estão as revoluções tecnológicas e suas especificidades. A próxima seção traça a conexão destas com a CA.

4. RELAÇÃO ENTRE REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO: UMA RELAÇÃO DUAL

Uma revolução tecnológica (RT) pode ser compreendida como um conjunto inter-relacionado de saltos tecnológicos radicais que conformam uma grande constelação de tecnologias interdependentes, capazes de redefinir a base técnico-produtiva da economia de forma irreversível (Perez, 2010). Trata-se de um processo universal, ou seja, todas as nações são impactadas, ainda que de forma e intensidade distintas. As nações, por meio da característica dos seus Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)²¹ podem ser líderes, outras são seguidoras, outras são retardatárias, tendo-se como referência o que é compreendido como fronteira científica e tecnológica. Cinco revoluções tecnológicas (RT)²² foram observadas desde o século XVIII, sendo a última definida como o “Paradigma das Tecnologias de Informação e Comunicação” (TICs),²³ que teve início por volta dos anos de 1970

21. Szapiro *et al.* (2021) destacam que o funcionamento dos sistemas de inovação depende não somente do desempenho inovativo das empresas e das instituições de ensino e pesquisa, mas também de como esses e outros autores integrantes do sistema interagem entre si. Christopher Freeman, Bengt-Åke Lundvall e Richard Nelson são economistas evolucionários que, entre o final dos anos de 1980 e início dos anos de 1990, desenvolveram a abordagem de SNI. Albuquerque (1996) apresenta uma categorização de SNI: sistemas maduros, sistemas centrados na difusão de inovações e sistemas incompletos.

22. Inspirado na concepção kuhniana de paradigma científico, Dosi (1982) desenvolve o conceito de paradigma tecnológico para analisar a dinâmica da mudança tecnológica.

23. A literatura da Economia Evolucionária utiliza diferentes nomenclaturas como Revolução Tecnológica, Paradigma Técnico Econômico e Revoluções Industriais. Há diferenças entre esses conceitos que não cabe neste capítulo aprofundar. O importante, no contexto aqui discutido, é compreender que as cinco RTs identificadas são: 1) Revolução Industrial do século XVII; 2) Era do Vapor e das Ferrovias (século XIX); 3) Era do Aço, Eletricidade e Engenharia Pesada (século XIX);

e contou também com uma fase caracterizada pela WWW como um novo *big bang* (Albuquerque, 2021). Schwab (2016) denomina “Quarta Revolução Industrial”²⁴ o que o mundo vivencia atualmente e que se caracteriza pela velocidade exponencial das mudanças, a amplitude dos impactos sistêmicos e a profundidade das transformações sociais, econômicas e institucionais que ela gera. Interessante observar, que independentemente da nomenclatura ou lupa analítica adotada há convergência no entendimento de que “as inovações digitais dos últimos 40 anos foram excepcionais: apesar do risco de ampla disrupção (para empresas, regiões e nações estabelecidas), essas inovações abrem oportunidades para um amplo desenvolvimento socioeconômico” (Penna, p. 5, 2020).

Assim, as revoluções tecnológicas são um processo histórico mutante e dinâmico, no qual o desenvolvimento científico e tecnológico avança progressivamente em velocidade e complexidade. Assim, as RTs não se limitam a mudanças setoriais ou regionais isoladas, mas implicam reconfigurações sistêmicas da economia. A cada nova RT, emerge um conjunto amplo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos. Nesse processo, as firmas, que operam como agentes centrais nos SNIs, assumem papéis distintos. Parte delas são geradoras das inovações radicais e, para ocupar as posições pioneiras no mercado, precisam ter elevado grau de CA, que permite reconhecer, assimilar e explorar novos conhecimentos. Outras firmas posicionam-se como seguidoras e demandam elevada CA para absorver conhecimentos externos e adaptar-se aos novos desafios inovativos e imitativos (vide seção 3.2). Já aquelas que não conseguem desenvolver capacidade absorptiva suficiente para reconhecer e utilizar o novo conhecimento externo disruptivo tendem a ser substituídas por outras mais aptas, em consonância com a lógica schumpeteriana da “destruição criadora” e com a interpretação neoschumpeteriana baseada na sobrevivência das “firmas mais aptas”.

Pelo fato de o sistema econômico ser dinâmico, observa-se ao longo do tempo um ritmo cada vez mais acelerado do avanço científico e tecnológico, acompanhado por níveis crescentes de complexidade do conhecimento. A ampliação dessa complexidade e da velocidade de geração de novos conhecimentos externos

4) Era do Petróleo, Automóvel e Produção em Massa (século XX); e 5) Era da Informação e Comunicação (século XX). É no contexto da última RT que emerge o denominado Paradigma das TICs (Albuquerque, 2021).

24. Os quatro estágios da revolução da manufatura seriam: 1) a transição do artesanal para o manufatureiro (mecanização) no século XVIII; 2) ampliação da escala produtiva, novos meios de transporte e novas fontes de energia (eletricidade e produção em massa) no século XIX; 3) descoberta da microeletrônica e da energia nuclear, promovendo informatização e automação (revolução digital) no século XX; e, o atual, 4) união do físico com o virtual (sistemas ciberfísicos e convergência tecnológica) no século XXI.

à firma exige esforços contínuos e ampliados por parte desse agente econômico. Ao longo das RTs, o processo de inovação e de imitação no nível micro (da firma) torna-se mais complexo, demandando estratégias mais sofisticadas de absorção de conhecimento externo às firmas e maiores investimentos em atividades de P&D e/ou novos arranjos para isso (Arora *et al.*, 2019). Ademais, conforme mencionado por Perez (2010), uma revolução tecnológica envolve a consolidação de um novo paradigma tecnoeconômico com práticas produtivas, escolhas de insumos e métodos específicos, bem como estruturas organizacionais e estratégias empresariais mais lucrativas e viáveis.

Em outras palavras, novas RTs podem demandar a construção de CAs distintas, ao mesmo tempo que a CA das firmas permite o aprofundamento das trajetórias tecnológicas associadas a essas revoluções. Portanto, as firmas e suas capacidades relativas à absorção, ao permitirem tanto a inovação quanto difusão, são essenciais para a ocorrência e impacto da RT no sistema. Essa relação dual entre CA e RT é construída ao longo desta seção.

Assim, essa compreensão de que a capacidade de absorção (CA) das firmas é elemento fundamental para a ocorrência das revoluções tecnológicas – ao mesmo tempo que o advento dessas revoluções impõe esforços absorptivos crescentes e distintos pelas firmas, seja para garantir a sobrevivência, seja para viabilizar posições pioneiras – articula-se à ideia de que a firma passa por metamorfoses evolutivas ao longo do capitalismo. Na fase contemporânea, essa transformação se expressa na configuração da “firma-plataforma”, conforme discutido no Capítulo 9 deste livro, caracterizada como um agente que opera em múltiplas atividades digitais, incluindo mercados online, redes sociais, plataformas e mecanismos de busca. Tem-se que mudanças de contexto induzem a mudanças nas firmas e, portanto, nas capacidades adequadas a este.

Em termos históricos e em um nível macro da evolução do conhecimento científico e tecnológico no capitalismo, Furtado (2005) contribui para compreender o processo de aceleração e complexificação do conhecimento e da tecnologia ao analisar a institucionalização das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação (C&T&I). Segundo o autor, a dinâmica de investimentos em ciência e tecnologia durante a Segunda Guerra Mundial modificou profundamente a lógica de produção e aplicação do conhecimento científico. Nesse contexto, emergiram os chamados programas denominados de *Big Science*, caracterizados por grandes projetos científicos financiados por governos nacionais, nos quais o progresso científico passou a depender de investimentos em larga escala e de elevada coordenação institucional. Um exemplo emblemático foi o Projeto Manhattan, responsável pelo desenvolvimento da bomba atômica, que mobilizou volumes inéditos de re-

curiosos financeiros, humanos e infraestrutura. A partir dessa experiência, o Estado passou a desempenhar papel central no financiamento e na orientação estratégica dos investimentos em ciência e tecnologia, enquanto a pesquisa básica e a pesquisa aplicada passaram a avançar de forma integrada. Como observa Furtado (2005), após esses grandes programas – outro exemplo foi o Projeto Apollo no pós-guerra – tornou-se evidente que a atividade de pesquisa poderia alcançar novos horizontes quando conduzida por meio de forte mobilização de esforços e coordenação centralizada. Nesse período, a atividade interna de P&D da firma ganha ainda mais relevância,²⁵ por conta da maior constatação de aplicabilidade prática da ciência (Arora *et al.*, 2019). Arora *et al.* (2019) enfatizam que empresas como AT&T, Merck, IBM e Xerox passaram a tratar a pesquisa como um motor para o crescimento. O Bell Labs, por exemplo, “empregava 15.000 pessoas, das quais cerca de 1.200 possuíam doutorado” (p. 293), e gerou inovações como o transistor, a fibra óptica, o laser, a telefonia celular, a linguagem C e o Unix (p. 293).

Nessa mesma linha interpretativa da evolução da complexidade do conhecimento científico e tecnológico, Freeman e Louçã (2001) argumentam que as sucessivas ondas longas do capitalismo, associadas à ideia das revoluções tecnológicas, revelam uma crescente complexidade tecnológica relacionada ao aumento do conteúdo científico incorporado nas novas tecnologias. Ao longo do tempo, novas áreas científicas e tecnológicas passam a integrar essa dinâmica, como a nanotecnologia, a biotecnologia e a inteligência artificial. Albuquerque (2021) reforça essa interpretação ao destacar que a dinâmica tecnológica contemporânea difere daquela que marcou o início do capitalismo moderno. Diante do volume atual de recursos destinados às atividades científicas e tecnológicas e do número crescente de profissionais envolvidos nesses processos, observa-se a aceleração na geração e na difusão de novas tecnologias. Em outras palavras, “o estoque de conhecimento cresce aceleradamente” (Albuquerque, 2023, p. 10).

Esse aumento sucessivo de estoque de conhecimentos científico e tecnológico cada vez mais complexo é observável em grandes rupturas e revoluções (portanto não é um processo gradual, nem linear) e, naturalmente, desafia as firmas estabelecidas. Freeman e Louçã (2001, p. 350) destacam que, apesar de todo domínio e

25. Um texto muito interessante sobre o processo de institucionalização da inovação é o Capítulo 1 do livro de Mowery e Rosenberg (1998 [2005]). Nele, os autores mencionam, por exemplo, que “o desenvolvimento da pesquisa industrial organizada foi iniciado durante os anos de 1870 por empresas da indústria química alemã” (p. 23). Usam também a interessante expressão “invenção da arte de inventar” para caracterizar uma das mudanças estruturais do sistema de P&D norte-americano que se originou no século XX.

poder das firmas estabelecidas em um paradigma, estas precisam fazer esforços distintos quando das mudanças paradigmáticas:

Our argument is that this major rupture in path dependence was possible in spite of the knowledge capabilities of the major firms, in spite of the oligopolistic structure of the market, in spite of the huge advantage in capital, research facilities, and technological power of the established firms. The “old” firms²⁶ could not overcome the inertia of their previous development, and the increasing returns obtained in the general trajectory of the previous Kondratiev became limiting factors for their ability to capture the new wave of innovations.

Um esforço central por parte das firmas está relacionado com o desenvolvimento da sua capacidade de absorção. O argumento central aqui é que a análise das RTs revela um progresso tecnológico caracterizado pelo aumento da velocidade e complexidade do conhecimento, colocando centralidade ao conceito de CA das firmas para compreender a dinâmica da inovação e difusão. É justamente essa capacidade que condiciona a forma como agentes econômicos participam – de maneira ativa ou passiva – das transformações tecnológicas que moldam o desenvolvimento capitalista ao longo do tempo. Esta, inclusive, é considerada especialmente relevante em contextos turbulentos (Engelen *et al.*, 2014) e em situações em que os conhecimentos são mais complexos e evoluem mais rapidamente (Cohen; Levinthal, 1989).

Cabe destacar que o conceito de capacidade de absorção, formulado por Cohen e Levinthal, surge em um contexto já marcado pela TICs. Sua elaboração, contudo, ocorreu após o processo de institucionalização da P&D intrafirma, estruturado ao longo da Segunda Revolução Tecnológica (caracterizada pelas tecnologias dominantes do petróleo, automóvel e produção em massa), deflagrada no início do século XX, quando a grande empresa passou a internalizar de forma sistemática as atividades de P&D. Isso também se evidencia na literatura neo-schumpeteriana pela explicação de um padrão da atividade da inovação institucionalizada nas grandes empresas, ganhando destaque os laboratórios internos de P&D, o conhecimento acumulado e os recursos financeiros elevados. Tais elementos passam a ser barreiras à entrada de novas empresas, conferindo às empresas estabelecidas um papel dominante no processo inovativo. Essa interpretação passou a ser de-

26. Os autores aqui estão analisando o contexto dos produtores de máquinas de escritório, como IBM e NCR, por exemplo.

nominada como Schumpeter Marco II,²⁷ a partir dos escritos do autor na obra de 1942, *Capitalismo, socialismo e democracia*.

Outro autor relevante que analisa o papel das firmas na geração de inovações é Chandler (1960, [1998]). Ele mostra que, em algumas indústrias, já se realizavam esforços internos em P&D para aprimorar produtos existentes no período pré-Segunda Guerra Mundial, mas foi principalmente após esta que os laboratórios de P&D intrafirma ganharam relevância para o processo de diversificação das empresas.

Nesse cenário, a contribuição central de Cohen e Levinthal (1989; 1990) reside em demonstrar que o desempenho das firmas não depende somente dos esforços de P&D, refletidos na capacidade de gerar e aplicar comercialmente o conhecimento, mas também da capacidade de absorver conhecimentos produzidos externamente a ela –, especialmente em ambientes caracterizados pela crescente velocidade e complexidade do avanço científico e tecnológico. Ou seja, para além dos esforços de P&D, as firmas precisam de capacidade absorptiva para identificar os novos conhecimentos externos que surgem e que são relevantes para seus negócios, podendo, a partir destes criar conhecimentos e aplicá-los em produtos e processos inovativos.

A CA surge, portanto, como resposta analítica a um contexto em que o conhecimento passa a ser mais complexo e a se desenvolver de forma mais acelerada, exigindo das firmas mecanismos organizacionais capazes de processar conhecimentos externos e transformá-los em vantagens competitivas. E, entre tais mecanismos, departamentos internos de P&D das firmas eram considerados centrais naquele contexto em que os artigos seminais foram elaborados (início da terceira revolução industrial).

Porém, Arora *et al.* (2019) sugere que, na atual fase do capitalismo, as grandes empresas (especialmente norte-americanas) podem estar reduzindo a pesquisa interna (menos “P”) para se concentrarem no desenvolvimento (mais “D”), ao mesmo tempo que absorvem pesquisas externas de universidades e *startups* (oriundas de pesquisas destas). Para os autores, essas *startups* “envelopam” as pesquisas acadêmicas de modo que seja mais fácil para as firmas absorverem esses conhecimentos (p. 294). Ou seja, a velocidade e complexidade com que o conhecimento científico e tecnológico está avançando parece resultar em um novo “mecanis-

27. Malerba e Orsenigo (1995) utilizam explicitamente os termos “Schumpeter Mark I” e “Schumpeter Mark II”. O Marco I refere-se ao pensamento do autor publicado em 1912, na obra *Teoria do desenvolvimento econômico* e resume-se, brevemente, à inovação caracterizada pela facilidade de entrada e pelo protagonismo de novas empresas, cujos empreendedores introduzem ideias, produtos ou processos que desafiam firmas estabelecidas e promovem a destruição criadora. Já o Marco II é uma interpretação a partir da obra de 1942, ou seja, já na metade do século XX.

mo” ou padrão para absorver os conhecimentos externos, em que o laboratório interno de P&D continua importante, mas especialmente para permitir absorver conhecimentos acadêmicos “empacotados” pelas referidas *startups*.

Ainda sobre a necessidade de mudanças organizacionais perante novos contextos, na revolução tecnológica atual, há interessantes evidências da adoção de tecnologias digitais alterando a forma como ocorre a realização das rotinas voltadas à atividade de inovação nas empresas. A Inteligência Artificial (IA), por exemplo, vem contribuindo para explorar grandes volumes de dados e conhecimentos, orientar e acelerar as atividades de inovação. Um estudo recente de Bahoo, Cucculelli e Qamar (2023) identificou oito campos de interação entre IA e inovação corporativa: 1) IA e modelos de negócio; 2) IA e inovação de produto; 3) IA e inovação aberta; 4) IA e processo de inovação; 5) IA e estrutura de inovação da firma; 6) IA, conhecimento da firma e inovação; 7) IA, inovação e desempenho de mercado; e, por fim 8) IA e a capacidade inovativa na gestão da cadeia de suprimentos. Os autores também ressaltam a relevância do tema ao proporem uma agenda de pesquisa voltada ao aprofundamento desse fenômeno. Ou seja, seguindo a Figura 1 (p. 31), pode-se dizer que a implementação das IAs no processo inovativo tende a contribuir tanto na identificação de novos conhecimentos (CA voltada para fora), quanto nos processos de assimilação e aplicação comercial desses novos conhecimentos (CA voltada para dentro), acelerando ou reformulando os “canalizadores” associados a estes.

Assim, mudanças ou avanços das Revoluções Tecnológicas podem resultar em novos “mecanismos” para absorver os conhecimentos externos, ao mesmo tempo que a capacidade de absorção é crucial para entender os movimentos de inovação e imitação essenciais para a consolidação de uma revolução tecnológica. Para a teoria neo-schumpeteriana, os processos de inovação e de imitação não devem ser compreendidos como resultado exclusivo de esforços internos e passam a ser vistos como processos fortemente conectados às interações externas, redes de conhecimento e fluxos tecnológicos mais amplos. Em âmbito macro, o conceito de Sistema de Inovação é essencial para compreender essa interatividade e, no âmbito micro, o conceito de capacidade de absorção.

Portanto, a CA transforma-se em um elemento essencial para explicar por que algumas firmas conseguem adaptar-se e inovar em contextos de rápidas mudanças tecnológicas, enquanto outras permanecem presas a trajetórias obsoletas ou ainda fracassam por completo. A constante evolução da capacidade absorptiva da firma é uma peça central na engrenagem da geração das mudanças tecnológicas paradigmáticas, pelo seu papel na geração e consolidação do novo, como as revoluções tecnológicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo apresentar o conceito de capacidade de absorção como um microfundamento relevante para compreender as RTs inerentes ao sistema capitalista. Partindo dos artigos seminais de Cohen e Levinthal (1989; 1990) mostrou-se como esse conceito foi influenciado pela importância dos esforços internos em P&D no contexto em que os trabalhos foram realizados e pela necessidade de compreender os determinantes destes.

Para os autores, os esforços internos em P&D têm efeito dual sobre o processo inovativo intrafirma: eles afetam-no diretamente, através de gerações de novos conhecimentos internamente; mas também de forma indireta, ao permitir à firma identificar conhecimentos externos a ela como relevantes, assimilá-los e aplicá-los comercialmente. E, como mostrado, essa absorção de conhecimentos externos tem ganhado cada vez mais espaço entre as grandes empresas, gerando, inclusive, possível reconfiguração desse P&D interno nos Estados Unidos da América (EUA), redirecionando-o mais para o “D” do que para o “P” (Arora *et al.*, 2019).

Discutiu-se que essa capacidade também tem dualidade em relação às Revoluções Tecnológicas (RTs): diferentes revoluções podem demandar diferentes rotinas para absorção de conhecimentos e, portanto, diferentes capacidades absorptivas; por outro lado, dada a conexão da CA com o processo de imitação e inovação, esta é essencial tanto para a geração das inovações disruptivas que desencadeiam as RTs, quanto para o processo de imitação que as consolida. Processo este que, como discutido, exige esforço deliberado e estratégico por parte das empresas, podendo, inclusive, ser difícil separá-lo dos esforços para ser um inovador pioneiro. Essa imitação não é simples e sem custo; ela envolve a construção de uma CA que é dependente de esforços humanos, financeiros e organizacionais (vide Figura 1), além de ser influenciada pelo ambiente em que a firma está inserida.

Essa construção teórica tem implicação para firmas de países em desenvolvimento, que podem ser objeto para novos estudos.

Em primeiro lugar, a participação destas nas revoluções tecnológicas depende da construção de capacidades absorptivas próprias. Estas são capacidades organizacionais, ou seja, são idiossincráticas a cada firma e construídas através de esforços próprios. Tais esforços podem não ser em P&D na fronteira – e dificilmente serão num primeiro momento –, mas precisam ser deliberados para aprender a partir de conhecimentos e tecnologias presentes em tais revoluções (via, por exemplo, parcerias ou licenciamentos). Como discutido, há diferentes formas de as empresas participarem das RTs; em todas, esforços na construção própria de CA serão necessários.

Em segundo lugar, uma CA construída para uma RT específica pode não ser suficiente para participar de outra. Dadas as especificidades de cada RT, em termos de conhecimentos e tecnologias (seja quanto ao tipo, velocidade ou complexidade), a absorção destes tende a ser distinta, envolvendo rotinas e mecanismos distintos. A transformação da relação entre os laboratórios de P&D e *startups* acadêmicas, sugerida por Arora *et al.* (2019), pode ser um indicativo disso.

Essa possível transformação é especialmente relevante para o contexto nacional, onde políticas têm incentivado – inclusive com recursos públicos – a criação de *startups* nas universidades, como forma de “encurtar” o caminho entre o conhecimento científico e o mercado. No entanto, as empresas brasileiras têm capacidade de absorção adaptada a esse novo contexto, que permita a elas realizar tal “encurtamento”? Qual seria essa, em especial?

Para Teixeira, Rapini e Caliari (2020), as capacidades absorptivas no Brasil seriam limitadas. Se assim o forem, há grande chance de essas soluções serem incorporadas por empresas multinacionais, que têm seus centros de P&D geralmente localizados na sede (país de origem), reduzindo, portanto, o possível impacto que tais *startups* teriam localmente. Há uma agenda de pesquisa aqui a respeito da capacidade das empresas nacionais de absorverem os conhecimentos acadêmicos “empacotados” por tais *startups*. Ainda nessa linha, outra agenda de pesquisa é analisar possíveis peculiaridades da CA em países em desenvolvimento, algo explorado por alguns autores, como Kim (1999) e Teixeira, Rapini e Caliari (2020), mas que ainda carece de maiores estudos empíricos, principalmente.

Por fim, outra agenda de pesquisa é aprofundar a discussão sobre as especificidades dos processos de absorção em cada revolução tecnológica. Se o departamento de P&D ganha força na segunda e terceira revolução industrial, como era o processo de absorção anteriormente? Ou como este será reconfigurado nessa possível Quarta Revolução Industrial? Essa discussão contribuiria para compreender como diferentes RTs demandam diferentes CAs.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Eduardo M. Aprendizado tecnológico: capacidade de absorção, conhecimento e processos de *catching up*. *Análise Econômica*, v. 41, n. 84, 2023. DOI: 10.22456/2176-5456.102408.
- ALBUQUERQUE, Eduardo M. Revoluções tecnológicas e *general purpose technologies*: mudança técnica, dinâmica e transformações do capitalismo. In: RAPINI, Márcia Siqueira; RUFFONI, Janaina; SILVA, Leandro Alves; ALBUQUERQUE, Eduardo M. (Org.). *Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*. 2. ed. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2021. p. 53-83.
- ALBUQUERQUE, Eduardo M. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 3 (63), p. 387-404, jul./set. 1996.
- ARORA, Ashish; BELENZON, Sharon; PATACCONI, Andrea. A Theory of the US Innovation Ecosystem: Evolution and the Social Value of Diversity. *Industrial and Corporate Change*, v. 28, n. 2, p. 289-307, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dty067>.
- ARROW, Kenneth Joseph. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: NELSON, R. R. (Org.). *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609-626.
- BAHOO, Salman; CUCCULELLI, Marco; QAMAR, Dawood. Artificial Intelligence and Corporate Innovation: a Review and Research Agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 188, 122.264, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122264>.
- BILGILI, Tsvetomira V.; KEDIA, Ben L.; BILGILI, Hansin. Exploring the Influence of Resource Environments on Absorptive Capacity Development: The Case of Emerging Market Firms. *Journal of World Business*, v. 51, n. 5, p. 700-712, Sept. 2016.
- CHANDLER, Alfred Dupont. Desenvolvimento, diversificação e descentralização. 1960. In: MCCRAW, Thomas Kincaid. (Org.). *Alfred Chandler: ensaios para uma teoria histórica da grande empresa*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1998. p. 67-118.
- CHIARINI, Tulio.; RAPINI, Márcia Siqueira; SILVA, Leandro Alves. Access to Knowledge and Catch up: Exploring some Intellectual Property Rights Data From Brazil and South Korea. *Science and Public Policy*, v. 44, n. 1, p. 95-110, 2017.
- COHEN, Wesley M.; LEVIN, Richard C. Empirical Studies of Innovation and Market Structure. In: SCHMALENSEE, Richard.; WILLIG, Robert D. (Org.). *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989. p. 1.059-1.107.
- COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 128-152, 1990.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel. A. Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.

DOSI, Giovanni. Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. *Research Policy*, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 147-162, jun. 1982. DOI: 10.1016/0048-7333(82)90016-6.

DOSI, Giovanni. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1.120-1.171, 1988.

DUCHEK, Stephanie. Enhancing Absorptive Capacity for Innovation and Change: The Role of Structural Determinants. *Journal of Change Management*, v. 15, n. 2, p. 142-160, 2015.

ENGELÉN, Andreas; KUBE, Harald; SCHMIDT, Susanne; FLATTEN, Tessa Christina. Entrepreneurial Orientation in Turbulent Environments: The Moderating Role of Absorptive Capacity. *Research Policy*, v. 43, n. 8, p. 1.353-1.369, 2014.

ESCRIBANO, Alvaro; FOSFURI, Andrea; TRIBÓ, Josep A. Managing External Knowledge Flows: The Moderating Role of Absorptive Capacity. *Research Policy*, v. 38, n. 1, p. 96-105, 2009.

FIGUEIREDO, Paulo N.; COHEN, Moisés; GOMES, Sergio. *Firms' Innovation Capability-Building Paths and the Nature of Changes in Learning Mechanisms: Multiple Case-Study Evidence from an Emerging Economy*. Maastricht: United Nations University, 2013, 50 p. (UNU-MERIT Working Paper Series, n. 007).

FREEMAN, Christopher; LOUÇÃ, Francisco. *As Time Goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. *A economia da inovação industrial*. Campinas: Editora Unicamp, 2008.

FURTADO, André Tosi. Novos arranjos produtivos, Estado e gestão da pesquisa pública. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 1, p. 41-45, 2005.

GEBAUER, Heiko; WORCH, Herstatt. *Absorptive Capacity (of Organizations)*. In: WRIGHT, James D. (Ed.). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2015. v. 1, p. 12-19.

JANSEN, Justin J. P.; VAN DEN BOSCH, Frans A. J.; VOLBERDA, Henk W. Managing Potential and Realized Absorptive Capacity: How do Organizational Antecedents Matter? *Academy of Management Journal*, v. 48, n. 6, p. 999-1.015, Dec. 2005.

JENSEN, Morten Berg; LUNDVALL, Bengt-Åke; LORENZ, Edward; VALEYRE, Antoine. Forms of Knowledge and Modes of Innovation. *Research Policy*, v. 36, n. 5, p. 680-693, 2007.

KIM, Linsu. Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and Korea's experience. *Industrial and Corporate Change*, v. 8, n. 1, p. 111-136, 1999.

KIM, Linsu. *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia*. Campinas: Editora Unicamp, 2005. (Original de 1997).

LALL, Sanjaya. Indicators of the Relative Importance of IPRs in Developing Countries. *Research Policy*, v. 32, n. 9, p. 1.657-1.680, 2003.

LANE, Peter J.; KOKA, Balaji R.; PATHAK, Seemantini. The Reification of Absorptive Capacity: A Critical Review and Rejuvenation of the Construct. *Academy of Management Review*, v. 31, n. 4, p. 833-863, Oct. 2006.

LEVIN, Richard C.; KLEVORICK, Alvin K.; NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 18, n. 3, p. 783-832, 1987.

LEWIN, Arie Y.; MASSINI, Silvia; PEETERS, Carine. Microfoundations of Internal and External Absorptive Capacity Routines. *Organization Science*, v. 22, n. 1, p. 81-98, Feb. 2011.

LUNDVALL, Bengt-Åke; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, Cristina; VANG, Jan. Innovation System Research and Developing Countries. In: LUNDVALL, Bengt-Åke; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, Cristina; VANG, Jan (Org.). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2009. p. 1-32.

MALERBA, Franco. Learning by Firms and Incremental Technical Change. *The Economic Journal*, v. 102, n. 413, p. 845-859, 1992.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Schumpeterian Patterns of Innovation. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, p. 47-65, 1995.

MATE-SANCHEZ-VAL, Mariluz; HARRIS, Richard. Differential Empirical Innovation Factors for Spain and the UK. *Research Policy*, v. 43, n. 2, p. 451-463, 2014.

MAZZOLENI, Roberto; NELSON, Richard R. Public Research Institutions and Economic Catch up. *Research Policy*, v. 36, n. 10, p. 1.512-1.528, 2007.

MOWERY, David C. The Relationship between Intrafirm and Contractual Forms of Industrial Research in American Manufacturing 1900-1940. *Explorations in Economic History*, v. 20, p. 351-374, 1983.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. *Trajetórias da Inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Trad. Marcelo Knobel. Campinas: Editora Unicamp, 2005. (Original de 1998).

MURRAY, Fiona. The Role of Academic Inventors in Entrepreneurial Firms: Sharing the Laboratory Life. *Research Policy*, v. 33, n. 4, p. 643-659, 2004.

NELSON, R. R. The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, v. 67, n. 3, p. 297-306, 1959.

NELSON, Richard R.; WINTER, S. G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora Unicamp, 2005 (original de 1982).

OECD/Eurostat. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Ed., The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>>. Acesso em: 4 mar. 2026.

PENNA, Caetano C. R. Geopolítica e a economia da inovação. *Policy Paper*, n. 2/5. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI), 2020. Disponível em: <https://cebri.org/media/documentos/arquivos/Papers_KAS2020_2_5_PT_Geopol.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2026.

PENROSE, Edith. *A teoria de crescimento da firma*. Campinas: Editora Unicamp, 2006 (original de 1959).

PEREZ, Carlota. Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.

ROSENBERG, Nathan. *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

SCHMIDT, Tobias. *Absorptive Capacity: One Size Fits All? Firm-level Analysis of Absorptive Capacity for Different Kinds of Knowledge*. Mannheim: Center for European Economic Research, 2005, 38 p. (ZEW Discussion Papers, 05-72).

SCHUMPETER, Joseph Alois. *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Philadelphia: Porcupine, 1989 (original de 1939).

SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1911 [1997].

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SZAPIRO, Marina; MATOS, Marcelo Gerson Pessoa de; CASSIOLATO, José Eduardo. Sistemas de inovação e desenvolvimento. In: RAPINI, Márcia Siqueira; RUFFONI, Janaina; SILVA, Leandro Alves; ALBUQUERQUE, Eduardo M. (Org.). *Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*. 2. ed. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2021. p. 323-350.

TEIXEIRA, André Luiz da Silva; RAPINI, Márcia Siqueira; CALIARI, Thiago. Organizational Determinants and Idiosyncrasies of Firms' Absorptive Capacity in a Developing Country. *Science and Public Policy*, v. 47, n. 3, p. 384-395, 2020.

TEIXEIRA, André Luiz da Silva. *Determinantes organizacionais e especificidades da capacidade de absorção de firmas no Brasil*. 2020. 240 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedepar), Belo Horizonte, 2020.

TER WAL, Anne L. J.; CRISCUOLO, Paola; SALTER, Ammon. Making a Marriage of Materials: The Role of Gatekeepers and Shepherds in the Absorption of External Knowledge and Innovation Performance. *Research Policy*, v. 46, n. 5, p. 1.039-1.054, June 2017.

TODOROVA, Gergana; DURISIN, Boris. Absorptive Capacity: Valuing a Reconceptualization. *Academy of Management Review*, v. 32, n. 3, p. 774-786, 2007.

VAN DEN BOSCH, Frans A. J.; VOLBERDA, Henk W.; DE BOER, Michiel. Coevolution of Firm Absorptive Capacity and Knowledge Environment: Organizational Forms and Combinative Capabilities. *Organization Science*, v. 10, n. 5, p. 551-568, 1 Oct. 1999.

VOLBERDA, Henk W.; FOSS, Nicolai J.; LYLES, Marjorie A. Perspective-Absorbing the Concept of Absorptive Capacity: How to Realize its Potential in the Organization Field. *Organization Science*, v. 21, n. 4, p. 931-951, Aug. 2010.

ZAHRA, Shaker A.; GEORGE, Gerard. Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of Management Review*, v. 27, n. 2, p. 185-203, Apr. 2002.

Financiamento da inovação

Márcia Siqueira Rapini

Luiz Martins de Melo

1. INTRODUÇÃO

Schumpeter (1912) destacava a importância do sistema bancário no crescimento econômico, no estímulo à inovação e no crescimento futuro ao identificar e financiar investimentos produtivos. Por meio da criação de crédito bancário, os bancos comerciais poderiam financiar a atividade empresarial e as novas indústrias. Para Schumpeter, o crédito é indissociável do processo de inovação. Sem o crédito, a invenção não se materializa em inovação.

As especificidades do processo de inovação e suas características requerem instrumentos diferenciados para o seu financiamento, ou, ao menos, com condições distintas das vigentes para os investimentos tradicionais. Em alguns casos, instituições específicas para o financiamento da inovação são criadas. O suporte do governo ao financiamento da inovação é considerado fundamental em vista da incerteza e da orientação de longo prazo.

Na abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), o sistema financeiro é concebido como uma instituição central (Zysman, 1994; Melo, 1996), podendo constituir um dos principais diferenciais na configuração e no desempenho desses sistemas (Patel; Pavitt, 1994; Saviotti, 2005). Para cumprir esse papel, as instituições financeiras devem engajar-se nos processos de aprendizado (Christensen, 1992), reconhecer e valorizar a acumulação de ativos intangíveis (Patel; Pavitt, 1994) e atuar na seleção de empresas e de trajetórias inovadoras (Melo, 1996;

Dosi, 1990). Além disso, espera-se que elas contribuam para os processos de *catching-up* (Albuquerque, 1996), adotando uma orientação favorável ao fomento da inovação, baseada em uma perspectiva de longo prazo e compatível com elevados níveis de incerteza (Hanusch; Pyka, 2007).

Na análise histórica da construção do Sistema Nacional de Inovação do Japão, Freeman (1987) destacou a importância das relações entre bancos, sistemas produtivos e grandes conglomerados industriais, conhecidos como *keiretsus*. Esses vínculos, aliados ao desenvolvimento de competências financeiras capazes de impulsionar novas capacidades industriais e tecnológicas, foram apontados como fatores decisivos para o progresso significativo do Japão em novas tecnologias e inovação (Kahn; Melo; Matos, 2013).

Ademais desta introdução, este capítulo possui cinco seções adicionais. A segunda seção discorre sobre a articulação entre crédito e inovação, desenvolvida por Schumpeter em seus trabalhos. A terceira seção apresenta a sistematização do financiamento das ondas longas de desenvolvimento econômico. É apresentada a contribuição de Perez (2002) ao articular a interação entre o capital financeiro e produtivo no estabelecimento de cada paradigma tecnoeconômico. A seção 4 aprofunda-se no financiamento da inovação, dividindo-se em três subseções. A primeira subseção aborda as especificidades do financiamento à inovação, a segunda apresenta a decisão de investir em inovação, e a terceira explicita a importância do capital paciente no financiamento da inovação. Por fim, a quinta seção apresenta considerações finais do capítulo e reflexões sobre a temática do financiamento da inovação.

2. INOVAÇÃO E CRÉDITO EM SCHUMPETER

A inovação, segundo Schumpeter (1982), determina a dinâmica e o crescimento do sistema capitalista. Este último está em constante transformação, uma vez que o lucro é a remuneração de uma inovação bem-sucedida. Em vista disto, as empresas buscam incessantemente inovações. A lógica da acumulação capitalista leva à criação de estruturas de mercado oligopólicas, e as empresas, para sobreviverem no mercado, têm que inovar, seja com novos produtos, novos mercados de consumidores ou novas tecnologias de produção.

Essa busca constante por inovações leva ao conceito de “destruição criadora”, na medida em que as antigas formas de produção são substituídas por outras mais eficientes. Esse processo promove um estágio de maior bem-estar material em relação ao estágio anterior à inovação (Schumpeter, 1984). As inovações geram lucros às empresas no início de sua implementação, mas, à medida que são

imitadas por outras empresas, esses lucros (originários da inovação) desaparecem. Um processo de inovação contínua, portanto, é fundamental para a sobrevivência das empresas no mercado.

Schumpeter, em suas obras de 1912 e 1931,¹ destacava a importância do sistema bancário no crescimento econômico, no estímulo à inovação e no crescimento futuro ao identificar e financiar investimentos produtivos. Por meio da criação de crédito bancário, os bancos comerciais poderiam financiar a atividade empreendedora e as novas indústrias. Na Teoria do Desenvolvimento Econômico (TDE) o crédito é apontado como o ponto de partida para a introdução de uma inovação (nova combinação), no caso de não haver fundos prévios (lucros empresariais) que possam ser utilizados para esta finalidade. Isto é viabilizado pela criação, pelos bancos, de poder de compra a partir do nada, ou seja, não a partir de propriedades já existentes. “Portanto, o banqueiro não é primariamente um intermediário da mercadoria ‘poder de compra’, mas um *produtor* dessa mercadoria” (Schumpeter, 1982, p. 53).

Na perspectiva histórica, Schumpeter destaca que o “sistema de crédito capitalista cresceu e prosperou a partir do financiamento de combinações novas em todos os países, mesmo que de forma diferente em cada um” (p. 51). E também que o banqueiro “é essencialmente um fenômeno do desenvolvimento” que torna possível a realização de novas combinações (p. 53).

No terceiro capítulo da TDE, “Crédito e capital”, Schumpeter destaca que o crédito contribui para o desenvolvimento industrial. Se o empresário² não conseguir o crédito, não poderá tornar-se empresário. Ao tornar-se empresário, torna-se previamente um devedor, o que é algo normal, é o devedor típico na sociedade capitalista. O fornecimento de crédito permite, portanto, que o empresário adquira poder de compra para a aquisição de meios de produção e a contratação de trabalhadores.

Dessa forma, tem-se que a “concessão de crédito opera (...) como uma ordem para o sistema econômico se acomodar aos propósitos do empresário, como um comando sobre os bens de que necessita (...). É só assim que o desenvolvimento econômico poderia surgir a partir do mero fluxo circular em equilíbrio perfeito” (Schumpeter, 1912, p. 74).

No seu conhecido artigo de 1928, Schumpeter distingue as necessidades de financiamento das pequenas e das grandes empresas em diferentes contextos.

1. Respectivamente, Teoria de Desenvolvimento Econômico e *Business Cycles*.

2. Definidos como os indivíduos cuja função é realizar combinações novas. Podem ou não estar vinculados a uma empresa individual (p. 54).

Como a inovação envolve processos descontínuos e rupturas, ela estaria tipicamente encarnada em pequenas empresas, o que implica grandes despesas prévias ao surgimento de qualquer receita. Nesse contexto, o crédito aparece como um elemento essencial ao processo de inovação. No capitalismo de trustes, por sua vez, a inovação não está mais nas pequenas empresas, e sim nas grandes. Nesse sentido, o poder de acumular reservas e o acesso direto ao mercado de capitais tendem a reduzir a necessidade de crédito prévio para o truste.

Em seu livro *Business Cycles* (1939), no terceiro capítulo, Schumpeter retoma a discussão entre crédito e inovação. Mais uma vez, ele ressalta que a relação entre “criação de crédito pelos bancos” e a inovação é fundamental para a compreensão da máquina capitalista. A criação de crédito é considerada um complemento monetário à inovação. Schumpeter avança ainda mais, dizendo que, para que os bancos cumpram essa função, devem ser agentes independentes tanto dos empreendedores quanto da política. Os bancos devem ser capazes de julgar se o crédito deve ser concedido, sendo, por isso, importante sua independência. Em relação aos empresários, os bancos devem sancionar ou recusar os planos apresentados e não devem considerar os ganhos do empreendimento além do previsto no contrato de empréstimo.

Perez (2002) expande e amplia a visão de Schumpeter ao articular o financiamento com as revoluções tecnológicas, integrando o capital financeiro como um agente ativo e indispensável na dinâmica capitalista a partir das inovações. Essa contribuição será apresentada na próxima seção.

3. ARTICULAÇÃO ENTRE O CAPITAL FINANCEIRO E O CAPITAL PRODUTIVO NAS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

O conceito de paradigma tecnoeconômico foi desenvolvido por Freeman & Perez (1988) sendo a proposição de um conceito que integra o processo de inovação associado aos ciclos longos. Freeman e Perez (1998) ampliam a sistematização de Schumpeter (1939) até o 5º paradigma tecnoeconômico denominado “Era da Informação e da Telecomunicação”. O conceito evidencia a evolução de um sistema econômico a partir da articulação conjunta da base tecnológica e industrial com as condições econômicas, sociais e institucionais. A mudança de um paradigma tecnoeconômico implica o surgimento de um conjunto de inovações radicais e incrementais, bem como de novos sistemas tecnológicos. A infraestrutura institucional é fundamental para o processo de difusão e estabelecimento de um novo paradigma tecnoeconômico.

Segundo a análise de Perez e Soete (1988), as transformações nos paradigmas tecnoeconômicos abrem “janelas de oportunidade”³ que possibilitam aos países acelerar seu desenvolvimento e reduzir as distâncias tecnológicas em relação às nações mais avançadas (o que a literatura denomina de processo de *catch-up*⁴). No entanto, para aproveitar essas oportunidades, é indispensável que os países tenham investido previamente em infraestrutura e promovido mudanças institucionais que favoreçam um processo de aprendizado intensivo e produtivo, tanto nas tecnologias emergentes quanto nas já estabelecidas. Vale ressaltar que o tipo de infraestrutura institucional exigido pode variar conforme cada ciclo de mudança tecnológica.

No seu livro intitulado *Technological Revolutions and Financial Capital* Perez (2002) sistematiza o financiamento das ondas longas de desenvolvimento econômico. Articula a interação entre o capital financeiro e produtivo no estabelecimento de cada paradigma tecnoeconômico, bem como sua instalação e posterior substituição por outro paradigma. Perez (2002) vai realizar uma análise mais abrangente do que a de Schumpeter, cujo foco era o financiamento da inovação radical (explosão inicial de investimento inovador), e caracteriza a atuação do sistema financeiro ao longo do ciclo de vida das revoluções tecnológicas. A relação entre o capital financeiro e o capital produtivo vai se alterando à medida que a economia passa de uma fase do ciclo de vida para outra.

O paradigma funciona como um impulsor da difusão tecnológica, pois oferece um modelo que pode ser seguido por todos. É enraizado na prática social, na legislação e no marco institucional, favorecendo as inovações compatíveis com a revolução tecnológica. Na sua fase inicial há elevada incerteza na inovação, uma vez que a novidade e a insegurança no meio empresarial não se fazem acompanhar de garantias necessárias ao retorno. Quando a perspectiva de lucro aumenta, cresce a confiança e sucedem-se “ondas de imitação”, o que permite melhorar a estrutura social e institucional e a infraestrutura, favorecendo a difusão da inovação. As mudanças no padrão tecnológico podem influenciar o comportamento de longo prazo do sistema econômico, desde que acompanhadas de mudanças institucionais adequadas.

3. Janelas de Oportunidades são períodos específicos e favoráveis que permitem a países retardatários (latecomers) realizarem o processo de *catch-up* (alcance tecnológico) ou até mesmo *foraging ahead* (ultrapassar os líderes vigentes).

4. O processo de *catch-up* (ou alcance tecnológico) refere-se ao movimento pelo qual países retardatários buscam diminuir ou eliminar a lacuna de produtividade e conhecimento tecnológico em relação aos países líderes.

Cada paradigma tecnoeconômico influencia empreendedores, financistas, gerentes e inovadores, uma vez que atua como um “senso comum” compartilhado pelos agentes ao longo de todo o período de propagação da tecnologia. O capital produtivo e o capital financeiro vão agir em conjunto para financiar o crescimento e a inovação. O capital produtivo é o agente da acumulação e da criação de riqueza. Está relacionado com os investimentos em equipamentos, estruturas, conhecimento e experiências das organizações e empresas, e com as redes com fornecedores, distribuidores e clientes. É de longo prazo e permanece vinculado à sua experiência, o que o torna *path-dependent*⁵ (dependente de sua trajetória anterior).

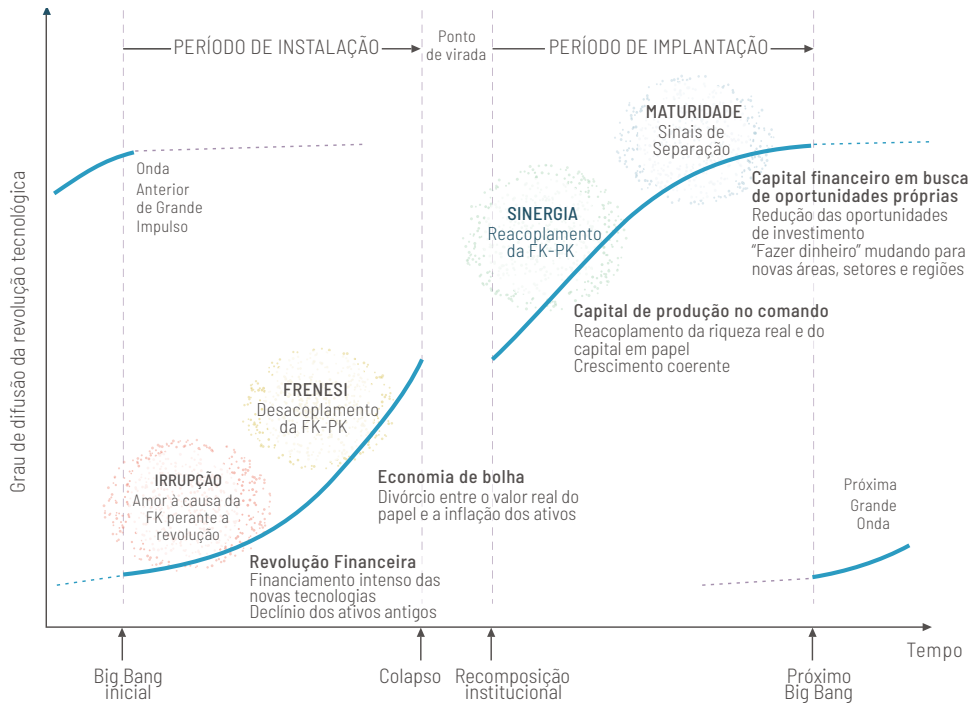
Por sua vez, o capital financeiro é o agente que aloca riqueza para maximizar os retornos de curto prazo. É flexível e *feetloose* (móvel ou sem raízes). Pode libertar-se dos setores maduros e ser realocado para tecnologias emergentes (fora de caminhos bem trilhados). Articula e facilita a substituição das empresas líderes em cada fase. O capital financeiro, portanto, desempenha papel fundamental na articulação e na disseminação das revoluções tecnológicas.

Ao analisar o surto de crescimento, Perez (2002) o divide em dois momentos principais: o período de instalação do paradigma e o período de implantação, apresentados na Figura 1. O período de instalação pode ainda ser subdividido em irrupção e frenesi.

A fase de irrupção marca o início de uma revolução tecnológica, quando uma nova tecnologia é lançada no mercado. Nesse momento, empreendedores e investidores se dedicam intensamente a explorar, por meio de tentativa e erro, quais inovações têm potencial para prosperar e sob quais condições isso ocorre. Trata-se de um período de alto risco, mas também de grandes oportunidades para quem consegue identificar o caminho certo. Os pioneiros enfrentam o desafio de superar a resistência do paradigma anterior, profundamente enraizado nas práticas, equipamentos, leis e estruturas de poder da sociedade. Esse processo representa a “destruição criativa” descrita por Schumpeter, em que antigas formas são substituídas por novas e mais eficientes.

5. O capital produtivo está profundamente vinculado à sua história anterior de investimentos, conhecimentos e estruturas físicas, por isso depende de sua trajetória anterior.

Figura 1. Difusão da revolução



Fonte: Perez (2002).

Como as empresas já consolidadas tendem a adotar posturas conservadoras, a liderança do processo de transformação tecnológica passa a ser assumida pelo capital financeiro, especialmente pelos capitalistas de risco (*venture capitalists*). Esses investidores atuam como “exploradores”, removendo barreiras institucionais e promovendo um ambiente propício à adoção de novas tecnologias. As empresas emergentes, geralmente pequenas e lideradas por jovens empreendedores com pouca experiência, necessitam não apenas de recursos financeiros, mas também de orientação e conhecimento fornecidos pelos seus financiadores. À medida que os primeiros casos de sucesso se tornam evidentes – como ocorreu com o Modelo T na produção em massa – as diretrizes do novo paradigma se consolidam, atraindo uma onda de imitadores para o mercado.

A fase do frenesi corresponde ao estágio final do período de instalação, caracterizando-se pelo auge da euforia financeira e pela formação de uma bolha financeira. O capital financeiro, inicialmente ousado e voltado à inovação, passa a agir de maneira “imprudente” (*reckless*). Novos investidores entram no mercado sem a necessidade de conhecimento técnico aprofundado, apenas com audácia

e o desejo de obter lucros rápidos por meio de fórmulas prontas. O paradigma tecnoeconômico da revolução passa a ser percebido como um mecanismo de redução de risco – parcialmente real, parcialmente ilusório –, alimentando a crença generalizada de que qualquer investimento relacionado à nova tecnologia resultará em ganhos garantidos.

Nesse contexto, ocorre um afastamento entre a economia real e o valor dos ativos financeiros, o que transforma o mercado de ações em um “cassino”. Há uma busca generalizada por novas formas de garantir retornos elevados, o que contribui para a hiperinflação dos ativos e sustenta a bolha financeira. O frenesi atrai praticamente todo o dinheiro disponível na sociedade, inclusive de investidores inexperientes que normalmente não participariam desse mercado – como o chamado “dinheiro do cofre da família”.

Apesar de sua instabilidade, Perez (2002) argumenta que esse período cumpre a função de instalar plenamente a infraestrutura da nova revolução tecnológica e de consolidar o novo paradigma como o “senso comum” da economia. Esse ciclo finaliza com o colapso da bolha financeira e o início de uma recessão, o que representa um marco fundamental para a transição para o período de implantação (*deployment*).

O período de implantação, como se observa na Figura 1, é dividido em duas partes: sinergia e maturidade.

A sinergia é o momento em que a revolução tecnológica se expande de forma consistente, aproveitando os benefícios da infraestrutura já instalada. Após o colapso da bolha financeira e o *turning point*⁶ (ponto de virada), o foco deixa de ser a especulação e passa a concentrar-se na expansão efetiva da produção e na acumulação de riqueza em longo prazo. O novo paradigma tecnoeconômico torna-se o modelo de “senso comum” adotado por toda a sociedade, facilitando a disseminação das tecnologias por todo o sistema econômico e influenciando operações, a gestão e o comportamento dos consumidores. A inovação é impulsionada pela presença de grandes externalidades, como infraestruturas completas (por exemplo, redes elétricas e internet), canais de distribuição consolidados, fornecedores especializados e mão de obra qualificada.

Durante essa fase, ocorrem inovações contínuas, incrementais e radicais nas trajetórias tecnológicas estabelecidas pela revolução vigente. O arcabouço socioinstitucional é ajustado e alinhado para sustentar o novo potencial produtivo, permitindo que a economia alcance níveis mais elevados de produtividade. O

6. O *turning point* marca a transição entre o período de instalação (liderado pelo capital financeiro) e o período de desdobramento (liderado pelo capital produtivo).

período de sinergia representa a “Idade de Ouro” de um grande ciclo de desenvolvimento, no qual o sistema econômico e social se adapta para aproveitar ao máximo a nova base tecnológica.

A fase de maturidade corresponde ao estágio final de um grande ciclo de desenvolvimento, quando o potencial de inovação e crescimento do paradigma tecnoeconômico vigente começa a se esgotar. Nesse momento, observa-se uma desaceleração no crescimento dos mercados, da produtividade e dos lucros, em relação às trajetórias estabelecidas. As indústrias que antes impulsionavam a economia tornam-se maduras e estagnadas. Com a redução das oportunidades lucrativas nas indústrias consolidadas, grandes volumes de recursos acabam por se acumular como capital ocioso nas mãos do capital financeiro. O capital financeiro, por ser naturalmente flexível e móvel (*feetless*), desvincula-se dos setores maduros e passa a buscar novas formas de gerar retornos. Uma das alternativas é direcionar recursos ao financiamento de tecnologias radicais capazes de impulsionar a próxima revolução tecnológica.

Outra contribuição de Perez (2002) foi sistematizar inovações financeiras específicas que surgiram em cada revolução tecnológica para acomodar as necessidades das novas tecnologias, expandir os mercados e gerir os riscos associados aos novos paradigmas tecnoeconômicos. Como se observa no Quadro 1, ao longo das diferentes revoluções tecnológicas foram desenvolvidos diversos instrumentos financeiros, cuja crescente sofisticação acompanhou o aumento da complexidade dos paradigmas tecnológicos.

Observa-se que na Primeira Revolução Industrial, na Inglaterra, foi criado o crédito rotativo de noventa dias, que foi fundamental para impulsionar o ritmo de crescimento e o comércio na indústria têxtil de algodão, permitindo a ampliação da demanda e do mercado consumidor. Na Segunda Revolução da Era do Vapor e das Ferrovias, outros instrumentos financeiros foram criados para viabilizar investimentos de grande escala e gerenciar os riscos elevados associados à nova infraestrutura ferroviária, como as sociedades por ações, debêntures, ações preferenciais e ações de fornecedores.

Por sua vez, na Terceira Revolução Industrial (Era do Aço, Eletricidade e Engenharia Pesada) os instrumentos financeiros tiveram como objetivos centrais a institucionalização do capital financeiro para lidar com a escala gigantesca da indústria pesada e a facilitação da expansão dos mercados internacionais. Os Bancos de Investimento lidavam com o financiamento e a consolidação de corporações gigantes (como a US Steel), e os mercados de ações internacionais favoreciam o fluxo global de capital. Na Quarta Revolução Industrial (Era do Petróleo, Automóvel e Produção em Massa) os instrumentos financeiros criados tinham o

objetivo de expandir o mercado interno e facilitar o consumo de massa, sendo as principais inovações o crédito ao consumidor e a venda a prazo e a generalização do acesso ao sistema bancário para o cidadão comum.

Enquanto as revoluções anteriores se concentraram em financiar a produção e a infraestrutura industrial, a Quarta Revolução trouxe uma inovação ao criar mecanismos de financiamento do consumo, permitindo que a sociedade absorvesse plenamente o potencial da produção em massa. Na Quinta Revolução Industrial (Era da Informação e Telecomunicações) os instrumentos financeiros surgiram para lidar com a flexibilidade exigida pelo novo paradigma e com a natureza intangível dos ativos baseados em conhecimento. Inovações financeiras desse período foram o Capital de Risco, a massificação dos cartões de crédito, instrumentos especulativos complexos (como derivativos, *junk bonds*, fundos mútuos e *hedge funds*) e o *internet banking*, que transformou o sistema financeiro em uma rede global de transações em tempo real, permitindo a movimentação instantânea de capital e o surgimento de novas formas de dinheiro virtual.

Quadro 1. Inovações financeiras

Revolução	Instrumento financeiro	Objetivo
1. Revolução Industrial Na Inglaterra	Crédito rotativo de noventa dias	Utilizado para facilitar o fluxo e o comércio de novos bens
	Criação de bancos regionais (<i>country banks</i>)	Surgiram para ajudar industriais em pagamentos locais e facilitar a remessa de fundos e a arrecadação de imposto
2. Era do Vapor e das Ferrovias	Sociedades por ações (<i>joint-stock companies</i>)	Permitiram concentrar capital de muitos investidores e distribuir os riscos de grandes projetos
	Responsabilidade Limitada (<i>limited liability</i>)	Legislação que protegia o patrimônio pessoal dos investidores, incentivando a participação no mercado acionário
	Novos instrumentos de mercado	Uso de cheques como meio de pagamento, além de debêntures, ações preferenciais e ações de fornecedores
	<i>Crédit Mobilier</i>	Na França, um experimento pioneiro de empréstimos industriais

3. Era do Aço, Eletricidade e Engenharia Pesada	Bancos de Investimento	Casas financeiras centrais tornaram-se necessárias para lidar com consolidações industriais gigantescas
	Mercados de Ações Internacionais	Facilitados pelo telégrafo e transporte rápido, permitindo o fluxo global de capital
	Padrão Ouro Universal	Estabeleceu uma base monetária comum que facilitou o comércio e o investimento mundial
	Empréstimos de médio prazo para exportação	Desenvolvidos na Alemanha para financiar compradores de equipamentos elétricos no exterior
4. Era do Petróleo, Automóvel e Produção em Massa	Venda a prazo (<i>hire-purchase</i>)	Sistemas de crédito em prestações mensais para permitir que massas de trabalhadores comprassem automóveis e eletrodomésticos
	Crédito ao consumidor e Hipotecas residenciais	Expansão do mercado interno
	Serviços bancários pessoais e depósitos	Generalização do acesso ao sistema bancário para o cidadão comum
	Afiladas de Investimento	Criadas pelos bancos para contornar leis que proibiam a posse direta de ações, permitindo a especulação que alimentou a bolha de 1929
5. Era da Informação e Telecomunicações	Capital de risco	Financiar pequenas empresas de alta tecnologia em fases de incerteza radical
	Dinheiro de "plástico" internacional	Cartões de crédito e sistemas de pagamento digitais instantâneos
	Instrumentos Especulativos Complexos	Derivativos, <i>junk bonds</i> (usados em aquisições alavancadas), fundos mútuos e <i>hedge funds</i>
	<i>Internet Banking</i> e Moedas virtuais	Transformação do sistema financeiro em uma rede global e virtual de transações em tempo real

Fonte: Elaborado a partir de Perez (2002).

4. FINANCIAMENTO DA INOVAÇÃO

4.1. O processo de inovação e seu financiamento

O processo de inovação é, por natureza, permeado pela incerteza. Algumas iniciativas inovadoras alcançam sucesso, resultando em novos produtos, serviços, processos ou até mesmo em novas empresas. Outras, porém, não prosperam, seja por obstáculos técnicos, desafios comerciais ou pela dificuldade de antecipar

os rumos da concorrência. Como destacam Freeman e Soete (2008, p. 415), “o que pode ser reconhecido *ex-post* nem sempre pode ser controlado ou iniciado *ex-ante*”, pois as diversas variáveis envolvidas são complexas e pouco manipuláveis. Em resumo, os resultados não podem ser previstos com precisão a partir dos insumos utilizados.

Freeman e Soete (2008) identificam diferentes tipos de incerteza presentes no processo de inovação: a incerteza técnica, a incerteza de mercado e a incerteza geral da economia, que, em alguns casos, pode ser chamada de incerteza do negócio. As incertezas técnica e de mercado são específicas de cada projeto inovador e não podem ser eliminadas, descontadas ou consideradas como riscos calculáveis. Em particular, a incerteza técnica está relacionada ao grau em que a inovação atende a diversos critérios técnicos, sem elevar os custos de desenvolvimento, produção ou operação.

Por outro lado, a incerteza de mercado refere-se à possibilidade de a inovação não obter êxito comercial. Essa incerteza surge na fase de comercialização e pode ser causada por fatores como a demanda (comportamento dos consumidores), a competição (imitação) e o momento de entrada e de difusão no mercado (Jiang; Wang, 2007). Já a incerteza do negócio está presente em todos os investimentos que envolvem resultados futuros e, no contexto da inovação, assume especial relevância, pois esses investimentos geralmente exigem um longo período de maturação.

Em razão da incerteza inerente ao processo de inovação, a maioria das empresas não encontra estímulos suficientes para investir em inovações radicais. Assim, tendem a direcionar seus esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para inovações defensivas ou imitativas, para a diferenciação de produtos e para inovações de processo, lidando, dessa forma, com níveis mais baixos de incerteza. Segundo Freeman e Soete (2008), a incerteza está presente em diferentes etapas do processo inovador, variando conforme o porte da empresa, sua capacidade de P&D e os ativos que detém no mercado. Quanto maior o grau de incerteza, maior a dificuldade de acesso ao financiamento externo, o que representa um desafio ainda maior para as empresas de menor porte.

Além da incerteza, estão presentes no processo de inovação dois diferentes tipos de riscos: o econômico e o financeiro. Os riscos econômicos são identificados nas seguintes situações: (1) riscos tecnológicos, relacionados com a probabilidade de fracasso do projeto inovativo; (2) risco temporal, relacionado à possibilidade de que a inovação se torne obsoleta na sua completitude; (3) riscos de mercado, relacionados à possibilidade de que a inovação não alcance sucesso no mercado; (4) riscos de crescimento, relacionados à eficiência e à rentabilidade da gestão na

presença de crescentes volumes de atividades. Os riscos financeiros decorrem das possibilidades de manifestação dos riscos econômicos mencionados e residem na dificuldade de quantificar o montante e o perfil temporal dos fluxos financeiros relacionados ao projeto inovador (Petrella, 2001).

Portanto, os riscos no processo de inovação podem decorrer de etapas distintas. O risco tecnológico está muito presente na fase de P&D e tende a ser o mais contemplado pelos instrumentos de financiamento à inovação. O risco de mercado, que se inicia na fase de comercialização, pode ter distintas causas, podendo estar relacionado à demanda (comportamento dos consumidores), à competição (imitação) e ao tempo de entrada e de difusão (Jiang; Wang, 2007). Por sua vez, o risco gerencial está presente ao longo de todo o processo inovativo, podendo estar associado à falta de pessoal, a distorções no acesso a informações, a alocação inadequada de recursos, a decisões equivocadas, entre outros.

Além da incerteza, outras características dos investimentos em inovação tornam impossível realizar quantificações *ex-ante* dos custos e da lucratividade potencial, dificultando o acesso ao financiamento externo (Arrow, 1962) e a existência de mecanismos de ajuste de mercado adequados (Guinet, 1995). Os investimentos em atividades inovadoras apresentam, por exemplo: (1) produção de ativos intangíveis de difícil mensuração (Nakamura, 1999); (2) indivisibilidade do conhecimento; (3) dificuldade de apropriação privada dos benefícios; e (4) elevada assimetria de informação entre o ofertante de crédito e o demandante (Christensen, 1992).

A literatura neoclássica aborda a problemática do financiamento das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), principalmente em termos de apropriabilidade do conhecimento e de assimetria de informação. Esses dois problemas se inter-relacionam em duas causas principais do *gap* no financiamento ao P&D: a ausência de incentivos para investir (mercado imperfeito de conhecimento) e a ausência de meios de investimento (mercado de capitais imperfeito) (Penner, 2008).

A assimetria de informação promove a distribuição desigual do conhecimento e promove diversos problemas de seleção adversa e de risco moral,⁷ negando a possibilidade de “ótimos de pareto” nos processos de mercado (Stiglitz, 1991 citado por Metcalfe, 1995). Por sua vez, a dificuldade de as firmas se apropriarem

7. Risco moral (*moral hazard*) e seleção adversa são falhas de mercado decorrentes da assimetria de informação (quando uma das partes detém mais informações do que a outra). A seleção adversa ocorre antes do contrato (característica oculta), quando o risco acaba sendo selecionado de forma inadequada. Já o risco moral ocorre após o contrato (comportamento oculto), quando o agente altera seu comportamento por estar protegido de parte das consequências.

inteiramente dos investimentos realizados nas atividades de P&D levaria a um subinvestimento nessa atividade. A intervenção estatal é apontada, pois, como necessária para incentivar os gastos em atividades de P&D, principalmente por meio do direcionamento do crédito (Stiglitz, 1994 citado por Puga, 1999).

Essa mesma abordagem reúne três razões para a existência de um *gap* entre os custos de financiar os investimentos em P&D de fontes internas e externas, sendo: (1) assimetria de informação entre gerentes corporativos e investidores; (2) risco moral da parte do inventor decorrente da separação entre propriedade e gerência; (3) considerações fiscais decorrentes do financiamento externo e da retenção de lucros.

A presença de assimetria de informação ou de conflitos agente-principal⁸ implica que novos empréstimos ou financiamentos por meio da emissão de ações serão relativamente mais caros para o P&D do que para outros investimentos. Ademais, a ausência de colateral reduz a possibilidade de financiamento por meio de empréstimos. Esses argumentos são utilizados para reforçar a importância dos lucros retidos nas decisões de investimento em P&D, tendo sido demonstrados em estudos empíricos (Hall, 1992; Himmelberg; Petersen, 1994).

As micro e pequenas empresas dificilmente têm recursos próprios para financiamento, de modo que a provisão de financiamento externo é importante, especialmente 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 (Brown *et al.*, 2012), o que requer o desenvolvimento de instrumentos de financiamento diferenciados.

Na perspectiva interna e organizacional das empresas, o comprometimento financeiro é parte das “condições sociais para a inovação na empresa”, conforme explicitado por Lazonick (2005). Para esse autor, essas condições abrangem três dimensões: (1) elaboração estratégica: decisões de investimento em recursos físicos e humanos que permitam à empresa sua inserção competitiva; (2) integração organizacional: relações que criam incentivos para que os agentes empreguem suas habilidades e esforços para a consecução de um objetivo estratégico, garantindo um processo contínuo de aprendizado; (3) comprometimento financeiro. O comprometimento financeiro abrange: (1) relações que garantem a alocação sistemática de recursos para sustentar o processo cumulativo de inovação até

8. O problema de agência ocorre quando os interesses do agente (gestor) divergem dos interesses do principal (dono/acionista). Contratado para atuar em nome do principal, o agente pode tomar decisões voltadas ao próprio benefício, gerando custos e riscos ao proprietário do capital em razão da assimetria de informação.

alcançar o retorno financeiro; (2) depende do desenvolvimento de arranjos que permitam um fluxo contínuo e adequado de recursos financeiros, em termos de volume e momento para manter o fortalecimento da capacidade de inovação; (3) Requer “paciência” que crie condições para que as potencialidades dos agentes apareçam e se convertam produtivamente em novas soluções e tecnologias. Cabe explicitar que as dimensões das condições sociais para a inovação variam ao longo do tempo e em distintos ambientes institucionais.

Na mesma direção, Mazzucato (2013) enfatiza que a inovação não é resultado da sorte. São compromissos estratégicos de longo prazo essenciais para o sucesso. E tal compromisso requer um tipo específico de financiamento, seja interno ou externo. Segundo a autora, as empresas – mesmo aquelas de dimensões semelhantes – apresentam estruturas de custos distintas e operam em diferentes tipos de mercado e contextos concorrenciais; essas diferenças afetam suas necessidades de financiamento.

Empresas que estão ingressando no mercado e competem diretamente com organizações já consolidadas necessitam de modalidades de financiamento diferenciadas, conforme aponta O’Sullivan (2005). Da mesma forma, setores baseados na ciência, que dependem fortemente de pesquisas financiadas com recursos públicos, também demandam tipos específicos de financiamento para viabilizar suas atividades. A dinâmica financeira difere, portanto, entre setores e nas fases do ciclo de vida de uma indústria, o que requer instrumentos financeiros distintos.

4.2. Decisão de investir em inovação

O financiamento do investimento em inovação integra uma estratégia mais ampla de investimento da empresa, voltada a fortalecer sua posição competitiva e aumentar o valor de seus ativos. Ou seja, inovar é uma forma de buscar diferenciação no mercado, conquistar novos espaços e garantir crescimento sustentável.

A equação (1) apresenta de modo bastante resumido a equação de investimento da empresa na formação de sua carteira de ativos em relação à taxa de juros:

$$I_t = f(I_{k(t)}; I_{f(t)}; I_{i(t)}) \quad (1)$$

I_t = investimento total da empresa

I_k = investimento em bens de capital pelas empresas

I_f = investimento (aplicações) financeiro (as)

I_i = investimento em inovação

Outro ponto importante é observar que I_i mantém relação direta com I_k , e inversa com I_f .

Resumidamente e correndo os riscos da simplificação, podem-se dividir em três grandes grupos esses investimentos: (i) aumento da capacidade de produção; (ii) inovação; e (iii) ativos financeiros.

Os investimentos voltados à inovação apresentam elevada sensibilidade às oscilações das variáveis macroeconômicas,⁹ pois envolvem prazos longos para obtenção de resultados, custos elevados e alto grau de incerteza. Por exemplo, em um cenário de elevada taxa de juros, o custo de capital para investimentos de longo prazo se eleva, restringe a demanda e aumenta a taxa mínima de atratividade das empresas para investir em ativos de maior risco. Isso faz com que as empresas decidam por uma estratégia minimizadora dos investimentos em aumento da capacidade produtiva e em inovação. A decisão passa a ser por privilegiar as aplicações financeiras de curto prazo e a melhoria nas instalações produtivas existentes com pequenas adaptações de processos operacionais organizacionais.

Os investimentos em ampliação da capacidade produtiva tendem a apresentar riscos menores do que os da inovação, pois podem ser utilizados como garantia (colateral). Porém, com as taxas de juros internas apresentando enorme diferencial em relação às internacionais, o real se valoriza com a grande entrada de dólares, e a importação de bens de capital fica mais barata do que a produção interna. Assim, como a capacitação para a inovação tem forte ligação com a produção de bens de capital, o resultado da política implícita torna-se ainda mais negativo para o investimento em inovação.

O “princípio do risco crescente” (Kalecki, 1977) estabelece uma relação entre a demanda esperada, o investimento e o percentual de retorno associado a cada investimento, visando aumentar a riqueza da empresa. O limite para gastos com investimentos deve ser calculado considerando, percentualmente, quanto de recursos próprios deve ser alocado no investimento e como esse montante de capacidade produtiva será atendido pela demanda esperada. Assim, tudo o que impacta a demanda também impacta o investimento em I_i e I_k , no mesmo sentido. Minsky (1994) observa que os compromissos com as dívidas pendentes em

9. A política macroeconômica é considerada implícita porque, embora não seja desenhada especificamente para esse fim, as grandes diretrizes da economia (como taxas de juros, câmbio e política fiscal) acabam determinando a atratividade e a viabilidade das estratégias de inovação das empresas ao restringirem a demanda, que exerce enorme influência na tomada de decisão de investir em inovação. Com isto, forma-se uma expectativa negativa sobre o resultado futuro do investimento em inovação.

relação ao fluxo de caixa afetam a fragilidade financeira e, conseqüentemente, as despesas de investimento.

É fundamental destacar, na análise da decisão de investir em inovação, que a simples redução das taxas de juros não basta para recuperar ou ampliar o uso dos fatores de produção. Devido ao elevado grau de incerteza, os investimentos em inovação permanecem especialmente vulneráveis. Caso a carteira de ativos da empresa seja composta por ativos com diferentes níveis de sensibilidade às variações das taxas de juros, essa composição tende a permanecer inalterada se persistir a incerteza quanto ao retorno esperado (demanda).

O aspecto central a destacar é que a redução dos gastos fiscais não implica, por si só, o aumento dos investimentos em bens de capital, especialmente se a demanda agregada continuar baixa e a capacidade ociosa não for reduzida. Da mesma forma, o investimento em inovação (I_i) tende a permanecer restrito, limitando-se, no máximo, a iniciativas incrementais voltadas à redução de custos – processo comumente denominado de modernização produtiva.

Em uma estrutura financeira do tipo Kalecki-Minsky, e conforme descrito por Steindl (1983), o investimento por unidade de capacidade produtiva é uma função dos lucros retidos por unidade de capacidade produtiva (utilização da capacidade), do serviço da dívida (taxas de juros) por unidade de capacidade produtiva e taxas de juros. Os ciclos de gastos com investimentos decorrem das interações entre investimento, lucros retidos, capacidade de produção e dívida. Portanto, o espaço que as taxas de juros têm para afetar o investimento das empresas é muito pequeno.

Aqui vale explicar um conceito: *todo o dinheiro que sai de uma empresa com a expectativa de aumentar os lucros é um investimento*. Porém, assim como os desembolsos classificados como despesas e custos, o investimento também é um gasto que deve ser avaliado. Essa lógica também é considerada na discussão sobre os gastos e o papel do Estado para superar a incerteza e o risco inerente à natureza do processo de inovação. Na Tabela 1, apresenta-se a relação entre risco, incerteza e a natureza do investimento no processo de inovação. Essa deveria ser a lógica da política de inovação para mitigar os impactos negativos da política implícita sobre a expectativa de investimento das empresas.

Tabela 1. Incerteza, inovação e financiamento

Tipo de inovação	Risco/ Externalidade	Instrumentos mais adequados		
Pesquisa básica	Incalculável	Não reembolsável		
Inovações de produto e processos radicais	Altíssimo	Subvenção	Participação	
Inovações de produto e inovações de processo na firma	Alto	Subvenção	Participação	Crédito equalizado
Novas gerações de produtos conhecidos	Moderado	Crédito equalizado		
Melhoramentos e adaptações em produtos e processos	Baixo	Crédito em condições de mercado		
Melhoramentos técnicos secundários	Muito baixo	Crédito em condições de mercado		

Fonte: Elaboração de Luiz Martins de Melo, adaptada de Freeman e Soete (2008).

Lazonick (2010) demonstra como a financeirização transformou a estratégia de investimento das empresas nos Estados Unidos. O conceito de maximização do valor para o acionista envolve práticas financeiras voltadas a extrair o máximo valor dos ativos já existentes, muitas vezes em detrimento de novos investimentos produtivos (I_k). A predominância dessa abordagem empresarial nas últimas três décadas, aliada a mudanças regulatórias desde os anos de 1990, abriu espaço para práticas de extração de valor na economia americana. Grandes conglomerados passaram a distribuir integralmente os lucros aos acionistas e, além disso, recorreram ao endividamento para recomprar ações, pagar dividendos, racionalizar custos e, conseqüentemente, reduzir os investimentos em novos ativos produtivos.

A inversão da lógica tradicional entre os recursos destinados ao investimento produtivo (I_k e I_p) e os destinados a aumentar os ganhos dos acionistas e a remuneração da alta administração por meio de opções de ações (*stock options*) evidencia a associação de interesses entre gestores e acionistas. Esse alinhamento estimulou a recompra de ações pelas próprias empresas, com o objetivo de valorizá-las e favorecer a distribuição de dividendos.

Outras práticas típicas da financeirização, como fusões e aquisições, planejamento tributário em paraísos fiscais e a pressão dos mercados financeiros por maior transparência nas demonstrações de resultados para atualizar o valor das participações em aplicações financeiras (I_p), evidenciam claramente o predomínio da lógica financeira sobre a lógica produtiva.

4.3. Capital paciente de longo prazo para financiar a inovação

O financiamento não é neutro e o tipo de financiamento recebido pelas empresas pode afetar seus padrões de investimento futuros. Em um texto seminal, Dosi (1990) afirma que o sistema financeiro pode funcionar como um instrumento de seleção das empresas, na medida em que modela os esforços de aprendizado delas e influencia os critérios adotados por ambientes particulares para selecionar empresas e tecnologias. As instituições financeiras podem contribuir para o desenvolvimento do financiamento da inovação, uma vez que (a) podem melhorar os canais de informação sobre a qualidade dos ativos; (b) são capazes de diversificar e proteger-se contra o risco mais eficientemente do que os indivíduos e de coordenar as necessidades dos empresários amantes do risco e dos investidores avessos ao risco (Melo, 1996, p. 13). O sistema financeiro constitui-se em um mecanismo de seleção de inovações, ao selecionar as empresas que receberão financiamento por meio de seus procedimentos de análise e concessão de crédito, de forma a premiar ou penalizar diferentes empresas e tecnologias.

Nesse contexto, os sistemas financeiros vão influenciar a forma e a velocidade com que as empresas aprendem. Enquanto instituições do Sistema Nacional de Inovação, eles atuam como uma ponte entre o que existe e o que seria possível, ligando a continuidade e a eficiência do que já existe à exploração de rupturas e ao que é “possível”. Dosi (1990) explora dois tipos de eficiência que geram tensões ou *trade-offs*. A eficiência estática refere-se à alocação ótima de recursos com base em informações e desempenhos atuais conhecidos. Por sua vez, a eficiência schumpeteriana (ou dinâmica) refere-se à capacidade do sistema de gerar inovações continuamente e de adaptar-se a mudanças imprevistas, mesmo que seja ineficiente no curto prazo. A eficiência schumpeteriana de qualquer sistema requer que as instituições financeiras operem rapidamente a realocação de recursos para as *novas atividades*.

De acordo com Melo (1996), os sistemas financeiros que pretendem influenciar de forma positiva o processo de inovação devem: (a) conferir peso significativo ao desempenho de longo prazo; (b) adquirir o conhecimento das empresas e reter competência para avaliar seus ativos intangíveis específicos (p. 35). Para Hanusch; Pyka (2007), as características do processo de inovação requerem do sistema financeiro orientação de longo prazo e voltada para a incerteza. Hauknes (1999) destaca que é preciso que as políticas públicas encorajem os empreendimentos a investirem no futuro e a enfatizarem o comprometimento financeiro, em vez da mobilidade financeira.

Mazzucato (2013) ressalta que, para viabilizar o financiamento da inovação, é fundamental que o sistema financeiro seja capaz de distinguir entre diferentes tipos de risco. As empresas que investem mais em P&D, por exemplo, inevitavelmente enfrentam riscos elevados, já que a inovação, por natureza, é marcada por grande incerteza e a maioria das iniciativas acaba não prosperando. Contudo, atualmente, os bancos demonstram dificuldade em distinguir o chamado “risco bom” – associado ao potencial inovador – do “risco ruim”, decorrente de baixo desempenho econômico, de atividades especulativas ou de níveis elevados de endividamento. É fundamental que os bancos criem mecanismos de avaliação de crédito capazes de refletir com maior precisão o potencial inovador das empresas, independentemente do seu porte. Dessa forma, os investimentos voltados à inovação poderão ser reconhecidos e financiados, em vez de serem penalizados.

No contexto da crescente financeirização, Mazzucato (2013) alerta para o aumento da tensão entre a “criação de valor” – desenvolvimento tecnológico e inovativo de longo prazo – e a “extração de valor” – captura de lucros gerados em outras partes da economia sem necessariamente contribuir para a sua base produtiva. Práticas como a recompra de ações (*share buybacks*) exemplificam mecanismos de extração de valor, em que os lucros, em vez de serem direcionados para pesquisa e desenvolvimento e fomentar a criação de valor, são utilizados para elevar artificialmente o preço das ações e aumentar a remuneração dos executivos.

O capital de risco (*venture capital*), criado inicialmente para permitir que empresas inovadoras recebessem financiamento em seus estágios iniciais e de alto risco, tem tido sua eficácia contestada pela financeirização. De acordo com Mazzucato (2013), o capital de risco geralmente não consegue oferecer o financiamento de longo prazo necessário para projetos de inovação marcados por elevada incerteza. Esse tipo de investimento costuma ter um horizonte temporal curto, priorizando “saídas rápidas”, como ofertas públicas iniciais (IPOs) ou aquisições, com foco na realização de lucro.

O capital de risco enfrenta desafios específicos em setores como a biotecnologia, no qual a pressão por retornos rápidos levou à dependência de empresas públicas “sem produtos” (PLIPOs), incapazes de sustentar a base de conhecimento complexa necessária ao desenvolvimento de medicamentos. No caso das tecnologias limpas, a lógica de financiamento acelerado do *venture capital* tem sido associada a falências, já que esses setores demandam investimentos de longo prazo que o capital de risco geralmente não está disposto a fornecer.

Justamente por conta do caráter de curto prazo das finanças privadas e da impossibilidade de calcular a equação de risco/retorno diante da incerteza, o financiamento público torna-se fundamental para apoiar segmentos da cadeia de

inovação que demandam prazos de retorno longos e enfrentam elevada incerteza. Em alguns países, órgãos públicos como a *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) e o *National Institutes of Health* (NIH) dos Estados Unidos foram responsáveis por esse processo, enquanto em outros, o apoio de longo prazo veio de bancos públicos de desenvolvimento e instituições financeiras estatais; no Brasil, por exemplo, destacam-se a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Segundo Mazzucato (2013) o financiamento público exerce papel essencial e transformador, indo além da simples correção de falhas de mercado. Sua principal função é oferecer o chamado “capital paciente de longo prazo”, indispensável para apoiar a inovação diante de incertezas radicais – um compromisso que o setor privado frequentemente reluta em assumir.

5. Considerações finais

A interação entre o sistema financeiro e a inovação, como se argumentou ao longo deste capítulo, vai muito além da função de intermediar a poupança e o investimento. Para Schumpeter (1912), o crédito constitui o “comando” que permite ao empresário romper o fluxo circular da economia e implementar novas combinações. Para que essa potência se realize, entretanto, o sistema financeiro precisa operar como instância de seleção ativa, apta a reconhecer e precificar ativos intangíveis e a sustentar trajetórias de aprendizado de longo prazo.

Nesse sentido, uma abordagem contemporânea e estratégica do financiamento à inovação pode ser organizada em quatro pilares centrais:

1. *Incerteza radical e papel do Estado*: projetos inovadores carregam incertezas técnicas, de mercado e de negócio que, muitas vezes, desestimulam o financiamento privado – inclusive quando mediado por *venture capital*, tipicamente orientado a horizontes curtos e a “saídas” rápidas. Nesses casos, o Estado cumpre a função de prover *capital paciente*, viabilizando as etapas da cadeia de inovação em contextos de prazos longos e de elevada incerteza. No Brasil, instituições como a FINEP e o BNDES ilustram como o financiamento público pode atuar como motor de criação de valor, e não apenas como corretivo de falhas de mercado.
2. *O desafio da financeirização*: torna-se crucial diferenciar a *criação de valor* (associada ao desenvolvimento produtivo e tecnológico) da *extração de valor* (captura de retornos financeiros desconectados do investimento produtivo). A maximização do valor para o acionista tende a favorecer práticas como recompras de ações e distribuição de dividendos, em detrimento de

P&D e da formação de capacidades. Quando o capital financeiro assume feição predominantemente especulativa – o “cassino” de Perez –, deixa de servir ao capital produtivo, atrasando a transição para a “Idade de Ouro” do ciclo de desenvolvimento.

3. *Macroeconomia e estratégia de investimento*: a decisão de inovar (I_t) depende, de forma direta, das condições monetárias e da demanda agregada. Em ambientes de *juros elevados* e de austeridade fiscal, aumenta o incentivo às aplicações financeiras (I_f) e reduz-se o ímpeto de investir em bens de capital (I_k) e em inovação. Sem um arranjo macroeconômico que reduza a incerteza quanto ao retorno esperado, tende a prevalecer uma inovação defensiva e incremental, voltada, sobretudo, à redução de custos, reforçando trajetórias de modernização produtiva tardia e de baixo crescimento.
4. *Instituições e catching-up*: o desempenho dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) está condicionado à arquitetura institucional que aproxima o capital financeiro do capital produtivo. A experiência japonesa dos *keiretsus* evidencia que vínculos duradouros entre bancos e conglomerados podem acelerar a adoção de novas tecnologias. Para países em desenvolvimento, o desafio consiste em criar “janelas de oportunidade” por meio de mudanças institucionais que favoreçam o aprendizado intensivo e a coordenação de longo prazo, assegurando que o sistema financeiro funcione menos como obstáculo e mais como combustível da transformação estrutural.

Em síntese, financiar a inovação exige um compromisso estratégico que reconheça a *não neutralidade das finanças*. Somente com coordenação entre políticas públicas, estabilidade macroeconômica e um sistema financeiro orientado ao longo prazo será possível assumir riscos econômicos e tecnológicos e, assim, alcançar patamares superiores de produtividade e bem-estar social.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. M. Estruturas financeiras, funcionalidade e Sistemas Nacionais de Inovação: notas introdutórias sobre uma articulação necessária. *Nova Economia*, v. 6, n. 2, p. 119-132, 1996.
- ARROW, K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: NELSON, R. *The Rate and Direction of Inventive Activity*. NBER: Princeton University Press, 1962, p. 609-629.
- BROWN, J. R.; MARTINSSON, G.; PETERSEN, B. C. Do Financing Constraints Matter for R&D? *European Economic Review* 56(8), p. 1.512-1.529, 2012.
- CHRISTENSEN, J. L. The Role of Finance in National System of Innovation. In: LUNDVALL, B. *National Systems of Innovation*. London: Pinter Publishers, 1992.
- DOSI, G. Finance, Innovation and Industrial Change. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, v. 13, p. 229-319, 1990.
- FREEMAN, C. *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Printer, 1987.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, 1988. p. 38-66.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *A economia da inovação industrial*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2008 [1974].
- GUINET, J. *National Systems for Financing Innovation*, Paris: Head of Publications Service, OCDE, 1995.
- HALL, B. V. Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter. *NBER Working Paper Series, Working Paper* 4.096, 1992.
- HANUSCH, H.; PYKA, A. Principles of Neo-Schumpeterian Economics. *Cambridge Journal of Economics*, v. 31, 2007, p. 275-289.
- HAUKNES, J. Innovation Systems and Capabilities. *STEP Working Paper*, Dec., 1999.
- HIMMELBERG, C. P.; PETERSON, B. C. R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries. *Review of Economics and Statistics*, 76, p. 38-51, 1994.
- JIANG, X.; WANG, L. Process and Risk Analyses about Enterprises' Technological Innovation. *Chinese Business Review*, v. 6, n. 3, p. 49-54, 2007.
- KAHN, M.; MELO, L. M.; MATOS, M. G. P. (Org.). *Financing Innovation*. New Delhi: Routledge, 2013, p. 21-77.

- KALECKI, M. *Ensayos escogidos sobre dinámica de la economía capitalista*, México: Fondo de Cultura Económica, 1977.
- LAZONICK, W. The Innovative Firm. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Ed.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2005.
- LAZONICK, W. Innovative Business Models and Varieties of Capitalism: Financialization of the U.S. Corporation. *Business History Review*, 84(4), p. 675-702, 2010.
- NAKAMURA, L. Intangibles: What Put the New in the New Economy? *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*, July/Aug., 1999.
- 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.
- METCALFE, S. The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. In: STONEMAN, P. (Ed.). *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford, UK; Cambridge, Mass.: Blackwell, 1995. Cap. 11, p. 409- 512.
- MELO, L. M. *Inovações e finanças*. Texto para discussão, n. 358, Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 1996.
- MINSKY, H. P. The Financial Instability Hypothesis. In: ARESTIS, P.; SAWYER, M. *Handbook of Radical Political Economy*. Aldershot: Edward Elgar, 1994.
- O'SULLIVAN, M. Finance and innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Ed.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2005.
- PATEL, P.; PAVITT, K. The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems. *STI Review*, Paris, n. 14, OECD, p. 9-32, 1994.
- PENEDER, M. The Problem of Private Under-Investment in Innovation: A Policy Mind Map. *Technovation*, v. 28, p. 518-530, 2008.
- PEREZ, C. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham/UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2002.
- PEREZ, C. SOETE, L. Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.
- PETRELLA, G. Sistemi Finanziari e Finanziamento delle Imprese Innovative: Profili Teorici ed Evidenze Empiriche Dall'Europa. *Quaderni REF*, n. 4, 2001.
- PUGA, F. P. *Sistema financeiro brasileiro: reestruturação recente, comparações internacionais e vulnerabilidade à crise cambial*. Textos para discussão, n. 68, BNDES, mar, 1999.
- SAVIOTTI, P. P. Crescimento da variedade: implicações políticas para os países em desenvolvimento. In: LASTRES, H. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Ed.). *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005. Cap. 8, p. 292-320.
- SCHUMPETER, J. A. The Instability of Capitalism. *The Economic Journal*, n. 151, Sept., 1928.
- SCHUMPETER, J. A. *Business Cycles*. New York; London: McGraw-Hill Book, 1939. v. 1.
- SCHUMPETER, J. A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

STEINDL, J. Stagnation Theory and Stagnation Policy. *Journal of Economics*, Cambridge 7(1), p. 1-14, 1983.

ZYSMAN, J. How Institutions Create Historically Rooted Trajectories of Growth. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 1, p. 243-283, 1994.

Racionalidade

Ana Paula Macedo de Avellar

1. INTRODUÇÃO

A racionalidade constitui um dos fundamentos centrais da teoria econômica e desempenha papel fundamental na construção de modelos explicativos voltados à compreensão do comportamento dos indivíduos e do funcionamento dos mercados.

A tradição neoclássica baseia-se na hipótese de racionalidade absoluta, segundo a qual os indivíduos são capazes de tomar decisões ótimas, de otimização, a partir de preferências bem definidas, informações completas e capacidade ilimitada de processamento. Nessa perspectiva, parte-se da suposição de que o agente escolhe sempre a alternativa que otimiza sua função-objetivo, dado o conjunto de restrições enfrentadas.

Herbert A. Simon desenvolve uma análise crítica a essa definição e propõe o conceito de racionalidade limitada como alternativa mais consistente com o comportamento observado na realidade econômica. Segundo o referido autor, os agentes são intencionalmente racionais, mas enfrentam restrições cognitivas e informacionais que limitam sua capacidade de decisão. Em obra posterior, o autor reforça que a racionalidade é limitada pelas dificuldades cognitivas do tomador de decisões (Simon, 1957).

A teoria da racionalidade limitada desloca o foco da análise econômica dos resultados ótimos para os processos efetivos de decisão. Em vez de assumir que

os agentes maximizam utilidade ou lucros, Simon argumenta que “(...) organisms adapt well enough to ‘satisfice; they do not, in general, ‘optimize’” (Simon, 1956, p. 129), isto é, buscam alternativas que sejam suficientemente boas diante das restrições existentes. As decisões são tomadas com base em procedimentos que permitem lidar com ambientes incertos e sistemas complexos.

Nessa perspectiva, as limitações cognitivas dos agentes não constituem apenas imperfeições individuais, mas componentes estruturais do funcionamento do sistema econômico, influenciando diretamente a forma como decisões são tomadas e como políticas e organizações são estruturadas.

O capítulo está estruturado em sete seções, além desta introdução e das considerações finais. A segunda seção apresenta os conceitos de racionalidade na literatura econômica, com ênfase nos conceitos de racionalidade absoluta e racionalidade limitada. A terceira seção discute a relação entre racionalidade limitada e sistemas complexos, destacando a presença de incerteza, inovação e heterogeneidade entre os agentes.

A quarta seção analisa o papel das informações, do seu processamento e discute como a complexidade do ambiente condiciona o processo de tomada de decisão dos agentes econômicos. A quinta seção analisa o comportamento dos mercados na presença de agentes com racionalidade limitada. A sexta seção apresenta os desdobramentos do conceito de racionalidade limitada para a construção do modelo baseado em agentes. A sétima seção mostra a contribuição do conceito de racionalidade limitada no desenvolvimento da inteligência artificial.

2. CONCEITOS DE RACIONALIDADE NA LITERATURA ECONÔMICA

Dentro da literatura econômica, diferentes concepções de racionalidade foram desenvolvidas. Parte-se, nesta seção, do conceito de racionalidade absoluta e de suas críticas para apresentar a construção do conceito alternativo de racionalidade limitada.

A racionalidade absoluta enfatiza a consistência lógica das escolhas e a otimização, enquanto a racionalidade procedimental concentra-se nos processos efetivos pelos quais as decisões são tomadas. A racionalidade limitada representa uma síntese crítica dessas abordagens, ao reconhecer simultaneamente a intencionalidade racional dos agentes e as restrições cognitivas e informacionais que condicionam suas escolhas.

A racionalidade absoluta ou substantiva constitui o núcleo do modelo neoclássico tradicional, no qual o agente econômico é concebido como maximizador

de utilidade ou lucro. Ou seja, Traditional economic theory postulates an “economic man,” who, in the course of being “economic” is also “rational” (Simon, 1955, p. 99). Desse modo, esse modelo pressupõe informação completa ou perfeita, preferências estáveis e agente conhecedor de todas as oportunidades presentes no mercado.

Sendo assim, a decisão resulta da comparação exaustiva entre todas as alternativas possíveis, selecionando-se aquela que gera o melhor resultado possível. Trata-se de um modelo normativo que depende de hipóteses fortes sobre informação e cognição.

O conceito de racionalidade absoluta foi amplamente questionado por Herbert A. Simon. Em seu artigo “A Behavioral Model of Rational Choice”, ele questiona os pressupostos do modelo e a real capacidade do agente em fazer escolhas otimizadoras. O autor afirma que “My first empirical proposition is that there is a complete lack of evidence that, in actual human choice situations of any complexity, these computations can be, or are in fact, performed” (Simon, 1955, p. 104).

O conceito de racionalidade limitada foi proposto por Simon como alternativa ao modelo otimizador. Segundo Simon, a racionalidade limitada decorre da seguinte condição: “The capacity of the human mind for formulating and solving complex problems is very small compared with the size of the problems whose solution is required for objectively rational behavior in the real world – or even for a reasonable approximation to such objective rationality” (Simon, 1957, p. 198).

Nesse caso, em vez de otimizar, os indivíduos buscam alternativas satisfatórias. Surge, assim, o conceito de *satisficing*, quando o agente decisor estabelece um nível de aspiração e encerra a busca quando encontra uma alternativa aceitável (Simon, 1959). A racionalidade passa a ser então entendida como processual e adaptativa, e não como cálculo ótimo.

If the alternatives in a choice situation are not given, but have to be discovered or invented, and if the number of possible alternatives is very large, then a choice has to be made before all or most of them have been looked at. (...) But if all alternatives are not to be examined, some criterion must be used to determine that an adequate, or satisfactory, one has been found. In the psychological literature, criteria that perform this function in decision processes are called aspiration level. The Scottish word “*satisficing*” (=satisfying) has been revived to denote problem solving and decision making that sets an aspiration level, searches until an alternative is found that is satisfactory by the aspiration level criterion, and selects that alternative (Simon, 1972, p. 168).

Nessas condições, indivíduos e organizações tendem a buscar alternativas satisfatórias, e não necessariamente ótimas, utilizando regras práticas, heurísticas

e rotinas organizacionais como instrumentos para reduzir a complexidade do processo decisório. Assim, a racionalidade limitada não implica ausência de racionalidade, mas sim uma forma de racionalidade compatível com as restrições reais enfrentadas pelos agentes.

O Quadro 1 sistematiza os principais pressupostos dos conceitos de racionalidade apresentados na abordagem neoclássica e na abordagem proposta por Herbert Simon.

Quadro 1. Conceitos de racionalidade

Conceito	Principais pressupostos
Racionalidade absoluta / Substantiva	Informação completa; cálculo ilimitado; preferências estáveis; otimização perfeita. O agente maximiza utilidade ou lucro de forma totalmente consistente e perfeita.
Racionalidade limitada (<i>Bounded rationality</i>)	Informação incompleta; capacidade cognitiva limitada. Os agentes possuem limitações cognitivas e informacionais; buscam soluções satisfatórias (<i>satisficing</i>) em vez de ótimas; uso de heurísticas.

Uma extensão importante ao conceito de racionalidade limitada é proposta por Todd e Gigerenzer (2000), que desenvolvem a ideia de uma “caixa de ferramentas adaptativa” (*adaptive toolbox*), composta por heurísticas rápidas e frugais (*fast and frugal heuristics*). Ao contrário do que supõe o modelo neoclássico, para esses autores, a mente opera como um conjunto de ferramentas especializadas. “We propose replacing the image of an omniscient mind computing intricate probabilities and utilities with that of a bounded mind reaching into an adaptive toolbox filled with fast and frugal heuristics” (Todd; Gigerenzer, 2000, p. 729). Desse modo, as heurísticas não são sintomas das limitações cognitivas dos agentes, mas mecanismos adaptativos que exploram a estrutura informacional do ambiente para produzir decisões eficazes com tempo e informação limitados.

3. RACIONALIDADE LIMITADA E SISTEMAS COMPLEXOS

A teoria da racionalidade limitada fornece uma base conceitual adequada para a análise econômica em ambientes complexos. Herbert A. Simon argumenta que os agentes econômicos operam em contextos caracterizados por incerteza e interdependência, nos quais o conhecimento completo é impossível. Nessas condições, a racionalidade limitada emerge como consequência natural da complexidade dos sistemas econômicos.

De acordo com Simon, “Human rational behavior (and the rational behavior of all physical symbol systems) is shaped by a scissors whose two blades are the structure of task environments and the computational capabilities of the actor” (Simon, 1990, p. 7). Por meio da metáfora da “tesoura”, o autor afirma que o comportamento racional humano é moldado por duas lâminas, as capacidades computacionais do agente e a estrutura do ambiente, conceito que pode ser diretamente relacionado à sua discussão sobre sistemas complexos.

Nas palavras de Arthur (2015), “Complexity in other words asks how individual behaviors might react to the pattern they together create, and how that pattern would alter itself as a result” (Arthur, 2015, p. 3).

Para Simon, a racionalidade não pode ser compreendida apenas como um processo interno de cálculo ou otimização realizado pelo indivíduo. Ao contrário, ela emerge da interação entre agentes com capacidades cognitivas limitadas e os ambientes estruturados nos quais tomam decisões. Essa perspectiva está associada à ideia de racionalidade limitada, que desloca o foco da decisão perfeita para processos adaptativos que exploram as regularidades e restrições do ambiente.

Os sistemas econômicos complexos podem ser caracterizados por trajetórias abertas e pela impossibilidade de previsão completa dos resultados futuros. Em tais sistemas, o comportamento dos agentes não pode ser reduzido a modelos de otimização, uma vez que as decisões são tomadas sob incerteza. A racionalidade limitada torna-se, assim, um elemento essencial para compreender o funcionamento desses sistemas.

Em um sistema complexo, a possibilidade de cálculo econômico preciso torna-se inviável. Mesmo que os agentes disponham de informações adequadas, a capacidade de processamento limitada torna inviável a otimização plena (Simon, 1957). Assim, nessas condições, os agentes recorrem a regras práticas e procedimentos simplificados, como, por exemplo, a redução de incerteza por meio da criação de rotinas.

Em *The Architecture of Complexity*, Simon afirma que:

The central theme that runs through my remarks is that complexity frequently takes the form of hierarchy, and that hierarchic systems have some common properties that are independent of their specific content (Simon, 1962, p. 468).

Assim, a estrutura hierárquica surge como um mecanismo essencial para gerir a complexidade dos sistemas. Nas palavras do autor: “By a hierarchic system, or hierarchy, I mean a system that is composed of interrelated subsystems, each of the latter being in turn hierarchic in structure until we reach some lowest level

of elementary subsystem” (Simon, 1996, p. 184). A hierarquia constitui um mecanismo de quase-decomposição, permitindo que subsistemas operem com relativa autonomia e reduzam a sobrecarga informacional. Para Simon (1962, p. 468), “Hierarchy, I shall argue, is one of the central structural schemes that the architect of complexity uses”.

Nesse sentido, as instituições e suas rotinas passam a desempenhar importante papel na estruturação do processo decisório, pois podem ser entendidas como arranjos adaptativos que economizam capacidade cognitiva.

A articulação entre racionalidade limitada e sistemas complexos aproxima-se naturalmente da tradição evolucionária da teoria econômica. A economia evolucionária, com destaque para os autores Richard R. Nelson e Sidney G. Winter e o livro *An Evolutionary Theory of Economic Change*, rejeita explicitamente o paradigma otimizador e afirma que o comportamento da firma pode ser compreendido em termos de rotinas. As rotinas organizacionais funcionam como dispositivos de estabilização comportamental sob incerteza. Em vez de resolver continuamente problemas de otimização, as firmas operam com repertórios de procedimentos aprendidos.

Our general term for all the regular and predictable behavioral patterns of firms is ‘routine’. We use this term to include characteristics of firms that range from well-specified technical routines for producing things, procedures for hiring and firing, ordering new inventory, or stepping up production of items in high demand, to policies regarding investment, research and development (R&D), or advertising, and business strategies about product diversification and overseas investment (Nelson; Winter, 1982, p. 14).

Nesse contexto, a racionalidade limitada fornece os microfundamentos comportamentais para compreender como agentes heterogêneos operam em ambientes incertos e dinâmicos. A racionalidade limitada também permite compreender a economia como um sistema adaptativo. Os agentes ajustam continuamente seus comportamentos em resposta às mudanças do ambiente econômico.

Mais recentemente, estudos sobre inovação e sistemas de conhecimento têm explorado a interação entre racionalidade limitada e complexidade organizacional. Nesse contexto, Yun *et al.* (2022) propõem o conceito de *inter-rationality* para explicar processos de inovação aberta em ambientes caracterizados por elevada complexidade cognitiva e interorganizacional. Segundo os autores, o crescimento inovativo resulta da interação entre agentes com capacidades cognitivas limitadas que compartilham conhecimento e aprendem coletivamente ao longo do tempo.

Em síntese, por meio da articulação entre racionalidade limitada, economia evolucionária e sistemas complexos permite reconstruir uma teoria em que a eco-

nomia deixa de ser concebida como um sistema orientado a equilíbrios ótimos e passa a ser entendida como um processo adaptativo e histórico, no qual agentes cognitivamente limitados interagem sob condições de incerteza. Dessa interação emergem padrões coletivos, trajetórias tecnológicas cumulativas e processos de mudança estrutural que não podem ser plenamente compreendidos por modelos baseados em racionalidade perfeita e informação completa. A racionalidade limitada não representa mera imperfeição frente a um ideal normativo, mas constitui fundamento ontológico compatível com a complexidade inerente aos sistemas econômicos contemporâneos.

4. RACIONALIDADE LIMITADA, INFORMAÇÃO E TOMADA DE DECISÃO EM SISTEMAS COMPLEXOS

A relação entre racionalidade limitada e sistemas complexos evidencia a importância do papel das informações e o processo de tomada de decisão dos agentes econômicos. Conforme apontado por Herbert Simon, os agentes não dispõem das capacidades cognitivas necessárias para processar toda a informação relevante nem para resolver problemas complexos de otimização. Nesse sentido, “the capacity of the human mind for formulating and solving complex problems is very small compared with the size of the problems” (Simon, 1957, p. 198), o que impõe limites importantes à racionalidade.

Desse modo, a limitação cognitiva impede que os agentes utilizem todas as informações potencialmente disponíveis. Ou seja, mesmo em situações de informação completa, a capacidade de processamento dos agentes seria insuficiente para permitir a otimização plena. Assim, a racionalidade limitada impõe restrições fundamentais ao uso das informações.

Em sistemas complexos, a quantidade de informações relevante é grande e os agentes constroem modelos simplificados que permitem orientar suas decisões. Dessa forma, esses modelos tornam-se necessariamente incompletos e dependentes das percepções individuais dos agentes.

O processamento de informações também depende das instituições e organizações. Simon (1991) argumenta que as organizações estabelecem procedimentos que orientam a coleta e o uso de informações. Desse modo, esses mecanismos reduzem a incerteza e tornam o processo decisório mais viável. Além disso, o processamento de informações envolve aprendizado. Os agentes ajustam seus modelos mentais com base na experiência passada e viabilizam adaptações em sistemas complexos (Simon, 2000).

Nesse contexto, o processo de tomada de decisão vai depender da capacidade dos agentes de obter e processar informações, mas a complexidade do ambiente econômico torna inevitável a existência de conhecimento incompleto e imperfeito. Dessa forma, decisões econômicas baseiam-se em representações simplificadas e parciais da realidade, que permitem aos agentes agir mesmo diante de um ambiente com incerteza.

O processo decisório envolve, portanto, não apenas a escolha entre alternativas, mas a própria construção do conjunto de alternativas relevantes. Esse comportamento reflete as limitações cognitivas e informacionais que caracterizam o ambiente econômico.

Por fim, a tomada de decisão deve ser entendida como um processo adaptativo. Os agentes ajustam seus comportamentos com base na experiência acumulada (Simon, 2000).

Simon (1957) argumenta que a capacidade da mente humana para formular e resolver problemas complexos é limitada quando comparada à magnitude dos problemas que demandariam um comportamento objetivamente racional. Essa limitação torna necessário considerar premissas como a unidade básica da análise da tomada de decisão. As premissas podem ser de valor ou de fato, e ainda classificadas em três tipos: valores e objetivos; relações entre ações e seus resultados; e alternativas apresentadas. Essa estrutura permite que se compreenda como agentes tomam decisões dentro de restrições cognitivas e de informação, reconhecendo que apenas uma parte limitada do ambiente pode ser processada de cada vez (March; Simon, 1958).

Assim, reconhecendo as limitações da racionalidade e a dificuldade do processo de tomada de decisão, Simon desenvolveu posteriormente o conceito de racionalidade procedimental, que propõe uma perspectiva mais positiva da tomada de decisão, fundamentada em mecanismos psicológicos e processuais (Simon, 1978a). A discussão sobre racionalidade procedimental permitiu integrar discussões da psicologia cognitiva à ciência econômica, mostrando que compreender as escolhas humanas requer considerar não apenas os resultados, mas os processos cognitivos subjacentes.

A dimensão organizacional do processo decisório também desempenha papel fundamental nesse contexto. As contribuições de Simon concorrem para o avanço da teoria organizacional desenvolvida por Cyert e March (1963). Para esses autores, a firma deixa de ser tratada como unidade maximizadora de lucro e passa a ser entendida como uma coalizão de grupos com objetivos múltiplos e conflitos internos, cujas decisões emergem de processos sequenciais de busca, negociação e ajuste incremental, em vez de otimização global.

Assim, a noção de metas aspiracionais substitui a otimização estrita, de modo que quando o desempenho da firma fica abaixo do nível de aspiração, intensifica-se a busca por alternativas; esse mecanismo, inspirado diretamente em Simon, introduz dinâmica adaptativa e dependência de trajetória na análise econômica.

Para lidar com essa complexidade informacional, organizações desenvolvem regras, rotinas e procedimentos operacionais padronizados que orientam o processo decisório. Esses mecanismos reduzem a necessidade de processamento contínuo de novas informações e permitem estabilizar expectativas em ambientes incertos.

Em síntese, a articulação entre racionalidade limitada, informação e tomada de decisão revela que o comportamento econômico ocorre sob condições de restrição cognitiva e incerteza. A informação é imperfeita e as decisões resultam de processos de busca, regras práticas e níveis de aspiração. Esse enquadramento desloca a análise econômica de uma lógica estrita de otimização para uma abordagem processual e adaptativa, na qual a decisão é entendida como um fenômeno dependente do contexto e condicionado pela complexidade dos sistemas econômicos. Além de suas contribuições fundamentais para a teoria econômica, Simon também exerceu influência significativa em diversas áreas do conhecimento, incluindo psicologia cognitiva, ciência da computação e teoria das organizações. Sua abordagem interdisciplinar permitiu ampliar o alcance analítico do conceito de racionalidade limitada, consolidando-o como um dos pilares teóricos para o estudo do comportamento econômico em contextos caracterizados por complexidade e incerteza.

5. RACIONALIDADE LIMITADA E COMPORTAMENTO DOS MERCADOS EM SISTEMAS COMPLEXOS

A incorporação da racionalidade limitada na análise econômica implica uma revisão da forma como se compreende o funcionamento dos mercados. Enquanto a abordagem neoclássica compreende mercados como mecanismos eficientes de alocação de recursos baseados em agentes racionais, a perspectiva da racionalidade limitada enfatiza que as decisões são tomadas sob restrições cognitivas e informacionais.

A presença de racionalidade limitada altera significativamente o funcionamento dos mercados. Se os agentes não são perfeitamente racionais, os resultados observados podem divergir das previsões dos modelos baseados em racionalidade absoluta (Simon, 1979; 1991).

Nesse contexto, mercados podem ser interpretados como mecanismos de coordenação entre agentes que possuem conhecimento incompleto e capacidade li-

mitada de processamento de informação. Simon (1991) argumenta que mercados e organizações constituem formas complementares de coordenação econômica, cada um operando como um dispositivo institucional que permite lidar com a complexidade das decisões em ambientes incertos.

Quanto à dinâmica de ajuste dos mercados, sob racionalidade limitada, os agentes frequentemente operam por meio de processos de tentativa e erro, ajustando gradualmente suas decisões à medida que novas informações se tornam disponíveis. A coordenação econômica emerge, assim, de processos adaptativos descentralizados, nos quais agentes aprendem progressivamente sobre o ambiente em que operam. Em vez de convergir automaticamente para um equilíbrio estático, os mercados passam a ser interpretados como sistemas em permanente transformação.

Outro aspecto relevante refere-se ao papel das instituições na compreensão dos efeitos da racionalidade limitada. Regras, normas e mecanismos de governança podem facilitar a interpretação de sinais de mercado e reduzir a incerteza, promovendo maior coordenação. Instituições como sistemas regulatórios, mecanismos de governança corporativa e padrões contábeis funcionam como dispositivos que auxiliam os agentes a lidarem com limitações cognitivas e informacionais. Ao mesmo tempo, instituições mal desenhadas podem amplificar problemas de coordenação, intensificando incertezas e contribuindo para instabilidades sistêmicas. Por outro lado, instituições mal desenhadas tendem a amplificar problemas informacionais e comportamentais, prejudicando o desempenho econômico.

Dessa forma, a coordenação econômica surge como um resultado emergente e imperfeito, sujeito a fricções e descontinuidades, indicando que a eficiência de mercado deve ser entendida como uma propriedade contingente, e não como um resultado garantido.

O comportamento dos mercados depende também das expectativas dos agentes. Expectativas formadas com base em informações incompletas podem gerar erros sistemáticos de previsão (Simon, 1978b).

Uma consequência importante dessa perspectiva é a ocorrência de desequilíbrios persistentes. Como os agentes não possuem conhecimento completo do sistema econômico, os processos de ajuste tendem a ocorrer de forma gradual, imperfeita, e frequentemente sujeita a erros de previsão. A complexidade das interações econômicas dificulta a convergência rápida para estados de equilíbrio, gerando trajetórias dinâmicas marcadas por flutuações, adaptações e revisões contínuas de comportamento. Pode-se afirmar que, em sistemas econômicos complexos, os resultados agregados dependem da interação entre múltiplos agen-

tes heterogêneos, cujas decisões são condicionadas por informação incompleta e capacidades cognitivas limitadas (Melo; Fucidji, 2006).

A economia comportamental reforça esse argumento ao evidenciar a presença de vieses cognitivos no processamento da informação. Kahneman e Tversky (1974) demonstram que indivíduos frequentemente recorrem a heurísticas para simplificar tarefas complexas de avaliação de probabilidades. Como observam os autores, “people rely on a limited number of heuristic principles which reduce the complex tasks of assessing probabilities” (Kahneman; Tversky, 1974, p. 1.124). Embora essas heurísticas permitam decisões rápidas em ambientes complexos, elas também podem gerar distorções sistemáticas na percepção de risco e retorno.

Esses mecanismos têm implicações importantes para o comportamento agregado dos mercados. Quando agentes formam expectativas com base em informação incompleta e heurísticas cognitivas, padrões coletivos de comportamento podem emergir que divergem significativamente das previsões dos modelos tradicionais. Fenômenos como bolhas, volatilidade excessiva e comportamentos de manada refletem precisamente a interação entre racionalidade limitada, incerteza e dinâmica social de expectativas. Nesses casos, os preços deixam de atuar apenas como agregadores eficientes de informação e passam a refletir processos coletivos de interpretação e amplificação de sinais de mercado.

Essa interpretação, porém, não é consensual na literatura. Uma crítica importante é apresentada por Gigerenzer e Todd (1999), ao questionarem a premissa de que heurísticas são fontes de erro e irracionalidade. Na visão dos autores, “In contrast, the heuristics-and-biases approach views heuristics as unreliable aids that the limited human mind too commonly relies upon despite their inferior decision-making performance, and hence researchers in this tradition seek out cases where heuristics can be blamed for poor reasoning” (Gigerenzer; Todd, 1999, p. 28).

Nessa perspectiva alternativa, heurísticas não são necessariamente desvios sistemáticos da racionalidade, mas podem constituir estratégias adaptativas eficientes, dependentes da estrutura do ambiente em que são aplicadas. Assim, mais do que evidenciar apenas falhas de julgamento, a literatura sugere que diferentes formas de racionalidade podem emergir em função da complexidade do ambiente e das restrições cognitivas dos agentes, reforçando o caráter adaptativo e dependente do ambiente decisório em sistemas econômicos complexos.

6. RACIONALIDADE LIMITADA E OS MODELOS BASEADOS EM AGENTES

A incorporação da racionalidade limitada na teoria econômica representou uma inflexão fundamental na compreensão do comportamento dos agentes. Ao questionar o pressuposto de racionalidade absoluta, Herbert Simon introduziu uma concepção de decisão econômica compatível com as limitações cognitivas e informacionais enfrentadas pelos indivíduos em contextos reais. Nesse quadro, os agentes não possuem conhecimento completo do ambiente econômico nem capacidade ilimitada de processamento de informações. Como consequência, em vez de resolver problemas de otimização global, recorrem a procedimentos heurísticos e regras práticas de decisão.

Essa reformulação dos microfundamentos da teoria econômica abriu espaço para abordagens dinâmicas e computacionais capazes de lidar com sistemas complexos. A racionalidade limitada tornou-se, assim, um elemento central para o desenvolvimento de modelos que descrevem processos econômicos caracterizados por incerteza, interdependência e heterogeneidade entre os agentes.

Em seu artigo publicado na *American Economic Review* em 1959, Simon argumenta:

The very complexity that has made a theory of the decision-making process essential has made its construction exceedingly difficult. Most approaches have been piecemeal – now focused on the criteria of choice, now on conflict of interest, now on the formation of expectations. It seemed almost utopian to suppose that we could put together a model of adaptive man that would compare in completeness with the simple model of classical economic man. The sketchiness and incompleteness of the newer proposals has been urged as a compelling reason for clinging to the older theories, however inadequate they are admitted to be. The modern digital computer has changed the situation radically. It provides us with a tool of research – for formulating and testing theories – whose power is commensurate with the complexity of the phenomena we seek to understand. [...] As economics finds it more and more necessary to understand and explain disequilibrium as well as equilibrium, it will find an increasing use for this new tool and for communication with its sister sciences of psychology and sociology (Simon, 1959, p. 279-280).

Assim, a contribuição teórica de Simon somada ao avanço computacional tornaram os Modelos Baseados em Agentes (ABM) sua materialização prática, permitindo simular agentes heterogêneos, cognitivamente limitados e interagindo em sistemas complexos. Por meio de ABMs, é possível investigar como padrões macroeconômicos emergem de interações simples entre agentes adaptativos, testando hipóteses de comportamento humano em ambientes dinâmicos e estru-

turados – exatamente o tipo de desafio que Simon previa como impossível de modelar com abordagens tradicionais.

Complex phenomena may emerge by elementary rules. Herbert A. Simon used the effective anecdote of the ant on the beach to capture this point: The behavior of an ant on a beach looks very complex to an observer as the ant avoids all the obstacles (such as pebbles and dips) and goes unerringly to its objective. Actually, its complex behavior does not require complex rules as the ant simply follows a minimal rule of turning left/right when there is an obstacle. Its overall intelligent behavior, based on the elementary rule, is determined by the environment to which the ant is adapted (Gallagher; Mastrogiorgio, 2024, p. 563).

A partir dessa afirmação, os autores complementam que a lógica do cumprimento de regras apresentada por Simon fundamenta os modelos baseados em agentes uma vez que são utilizados para analisar comportamentos coletivos e para modelar sociedades.

Estudos recentes reforçam essa conexão entre racionalidade limitada e modelagem de sistemas complexos. Manson (2006) destaca como a racionalidade limitada é implementada nos ABMs, e como tais modelos são amplamente usados para representar sistemas complexos adaptativos em economia e inovação. O autor apresenta técnicas de programação evolutiva e heurísticas para capturar comportamentos de agentes em ambientes complexos. Esse tipo de modelo é frequentemente usado em estudos de difusão de inovação, adoção tecnológica e evolução de mercados complexos.

Zhang e Vorobeychik (2019) desenvolvem uma revisão crítica de modelos baseados em agentes aplicados à difusão de inovação, um contexto no qual agentes com racionalidade limitada interagem em sistemas complexos para produzir padrões agregados de mudança tecnológica. Pode ser considerado um trabalho metodológico que evidencia a conexão entre inovação, complexidade e comportamento em simulações. Steinbacher *et al.* (2021) desenvolvem uma revisão da literatura sobre o estado da arte de modelos baseados em agentes, destacando sobretudo como comportamentos adaptativos e heurísticas (relacionados à racionalidade limitada) emergem em sistemas sociais e econômicos complexos.

Em síntese, a integração entre racionalidade limitada e modelos baseados em agentes representa uma mudança metodológica na análise econômica. Ao incorporar racionalidade limitada, heterogeneidade de agentes, interação, aprendizado adaptativo e informação imperfeita, essa abordagem oferece um arcabouço analítico adequado para a investigação de sistemas econômicos complexos.

7. RACIONALIDADE LIMITADA E O DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A trajetória intelectual de Herbert Simon sobre racionalidade limitada e inteligência artificial começa nos anos de 1950 quando introduz o conceito de racionalidade limitada, a noção de *satisficing* e argumenta que os agentes tomam decisões sob restrições cognitivas e informacionais. A análise de Simon desloca o foco da teoria econômica para os processos de tomada de decisão, aproximando-se da abordagem da psicologia cognitiva. Para o autor, o comportamento dos agentes resulta da interação entre limitações cognitivas e ambiente, e que tais processos poderiam ser formalizados. Essa percepção ganha forma concreta com o surgimento da inteligência artificial, especialmente na colaboração com Allen Newell.

As contribuições de Allen Newell e Herbert A. Simon foram fundamentais tanto para a inteligência artificial quanto para a psicologia cognitiva. Eles ajudaram a estabelecer a IA como um campo científico ao desenvolver métodos como busca heurística e análise de meios-fins (*means-end analysis*) para resolver problemas complexos por meio de computadores. Ao mesmo tempo, propuseram que a mente humana funciona como um sistema de manipulação de símbolos, aproximando o estudo da cognição da computação. Seus modelos computacionais simulavam processos mentais humanos, como resolução de problemas e aprendizagem, o que contribuiu para o surgimento da ciência cognitiva e para a compreensão da relação entre mente e máquina. Além disso, suas inovações técnicas, como o processamento de listas e a concepção do computador como manipulador de estruturas simbólicas, influenciaram profundamente o desenvolvimento da tecnologia de *software* e das pesquisas em IA.

De acordo com Newell e Simon (1975, p. 126), “Artificial intelligence research is concerned with how symbol systems must be organized in order to behave intelligently”. A partir dessa perspectiva, a resolução de problemas pode ser formalizada por meio de heurísticas implementáveis em máquinas, inaugurando a ideia de que aspectos do pensamento humano podem ser representados e simulados computacionalmente. Essa abordagem fundamenta a concepção da cognição como um processo simbólico manipulável por sistemas artificiais, estabelecendo um marco teórico para a inteligência artificial.

Since computers solve problems as humans do using heuristics and means-end analysis, Simon concluded that computers display intelligence, defined as behavior which is appropriate to the goal and adaptive to the environment. Intelligence allows the limited processing capacity of the organism, be it man or machine, to use efficient search procedures to generate possible solutions,

with the most likely solutions being generated early in the search process (Frantz, 2003, p. 271).

Nessa perspectiva, a racionalidade passa a ser entendida como adaptativa e dependente do ambiente, enquanto a inteligência artificial se consolida como ferramenta para investigar e reproduzir processos decisórios. Programas computacionais como o *General Problem Solver* (GPS) representam uma das primeiras tentativas de implementar essas ideias. Baseado em estratégia como *means-end analysis*, o GPS buscava soluções por meio de procedimentos heurísticos que exploravam o espaço de alternativas possíveis.

Newell e Simon (1961) argumentam que computadores podem exibir comportamento inteligente quando utilizam procedimentos de busca adaptativos capazes de gerar soluções plausíveis em ambientes complexos. Em suas palavras: “We should like to discuss here one of several important applications of the computer to psychological research its use as a device for simulating the processes of human thinking” (Newell; Simon, 1961, p. 01).

Ao longo dos anos de 1970, com o desenvolvimento de programas como o GPS, essa agenda se institucionaliza, reforçando a ideia de que compreender a mente “e, por extensão, o comportamento econômico” implica construir modelos computacionais de decisão. Assim, a IA não surge como um campo separado, mas como uma extensão natural do projeto teórico de Simon sobre racionalidade limitada.

Em 1975, Newell e Simon receberam o *ACM A. M. Turing Award*, concedido pela *Association for Computing Machinery*. O prêmio reconheceu suas contribuições fundamentais para a inteligência artificial, para a psicologia cognitiva e para o desenvolvimento da ideia de que processos cognitivos humanos podem ser modelados como sistemas de manipulação de símbolos, além de seus trabalhos em heurísticas de resolução de problemas e em programas que simulavam o pensamento humano.

Em síntese, a articulação entre racionalidade limitada e inteligência artificial revela uma profunda continuidade entre teoria econômica, ciência cognitiva e ciência da computação. O conceito desenvolvido por Herbert Simon não apenas reformulou a compreensão do comportamento humano, mas também forneceu o fundamento teórico para a construção de sistemas artificiais capazes de tomar decisões em ambientes complexos. Nesse contexto, a racionalidade limitada deixa de ser vista como uma limitação e passa a representar uma característica fundamental de agentes, orientando tanto a análise do comportamento humano quanto o desenvolvimento de algoritmos e arquiteturas de decisão, demonstan-

do que o tema permanece em constante expansão e evolução na pesquisa contemporânea em IA.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A teoria da racionalidade limitada constitui uma das contribuições mais importantes para a compreensão do comportamento econômico contemporâneo. Ao reconhecer que os agentes enfrentam restrições cognitivas e informacionais, essa abordagem oferece uma alternativa aos modelos baseados na hipótese de racionalidade perfeita. Em vez de supor que indivíduos e organizações são capazes de realizar cálculos ótimos em ambientes de informação completa, a perspectiva proposta por Herbert A. Simon enfatiza que as decisões são tomadas sob condições de incerteza, com base em processos de busca, heurísticas e níveis de aspiração.

Ao longo deste capítulo, argumentou-se que a racionalidade limitada fornece um arcabouço analítico particularmente adequado para a análise de sistemas econômicos complexos. Em tais sistemas, caracterizados por interdependência entre agentes, inovação, incerteza e dinâmica adaptativa, a ideia de otimização perfeita torna-se pouco plausível como representação do comportamento econômico. A racionalidade limitada permite compreender como agentes cognitivamente restritos são capazes de tomar decisões viáveis ao utilizar simplificações cognitivas, rotinas organizacionais e mecanismos institucionais que reduzem a complexidade do ambiente econômico.

A discussão também evidenciou o papel central das informações no processo decisório. Em ambientes complexos, a informação é necessariamente incompleta e distribuída entre diferentes agentes. Nesse contexto, decisões econômicas baseiam-se em representações simplificadas da realidade, que orientam a ação mesmo diante da impossibilidade de processamento completo das informações disponíveis. Organizações, rotinas e instituições desempenham papel fundamental nesse processo, ao estruturarem a coleta, o processamento e a interpretação das informações, permitindo reduzir a incerteza e tornar o processo decisório mais viável.

No âmbito do funcionamento dos mercados, a presença de agentes com racionalidade limitada implica uma revisão da forma como a coordenação econômica é compreendida. Mercados deixam de ser interpretados apenas como mecanismos de equilíbrio automático e passam a ser entendidos como sistemas adaptativos, nos quais padrões agregados emergem da interação entre agentes heterogêneos que operam sob informação imperfeita. Nesses contextos, fenômenos como vola-

tilidade, erros sistemáticos de previsão e comportamentos coletivos tornam-se resultados possíveis da dinâmica de expectativas e da interação social entre agentes.

O avanço das ferramentas computacionais permitiu que essas ideias fossem incorporadas em novas abordagens metodológicas na economia. Os modelos baseados em agentes constituem uma das expressões mais importantes dessa transformação, pois permitem simular sistemas econômicos compostos por múltiplos agentes heterogêneos que tomam decisões com base em regras simples e adaptativas. Embora Simon não tenha desenvolvido diretamente essa metodologia, seus conceitos de racionalidade limitada, adaptação e emergência forneceram os fundamentos teóricos que tornaram possível sua construção.

Por fim, o capítulo também destacou a relação entre racionalidade limitada e o desenvolvimento da inteligência artificial. As contribuições de Simon e de seus colaboradores demonstraram que processos de decisão baseados em heurísticas e busca adaptativa podem ser formalizados computacionalmente. Dessa forma, a racionalidade limitada não apenas transformou a teoria econômica, mas também contribuiu para o surgimento de uma agenda interdisciplinar que conecta economia, psicologia cognitiva, ciência da computação e inteligência artificial.

Em síntese, a racionalidade limitada representa um conceito fundamental para compreender o funcionamento dos sistemas econômicos contemporâneos. Ao integrar decisões individuais, processamento de informação, dinâmica institucional e interação entre agentes, essa abordagem permite analisar a economia como um sistema adaptativo complexo. Nesse sentido, o legado intelectual de Herbert Simon permanece central para o desenvolvimento de novas metodologias e para a construção de uma teoria econômica mais compatível com a complexidade dos fenômenos observados no mundo real.

REFERÊNCIAS

- ARTHUR, W. B. Complexity Economics: A Different Framework for Economic Thought. In: _____. *Complexity and the Economy*. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- CYERT, R. M.; MARCH, J. G. *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1963.
- DE CLIPPEL, G.; ROZEN, K. Bounded Rationality in Choice Theory: A Survey. *Journal of Economic Literature*, 62(3), 995-1.039, 2024.
- FRANTZ, R. Herbert Simon. Artificial Intelligence as a Framework for Understanding Intuition. *Journal of Economic Psychology*, 24, p. 265-277, 2003.
- GALLAGHER, S.; MASTROGIORGIO, A. Economic Interactions that are Beyond Simulation. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, v. 19, 553-577, 2024.
- GIGERENZER, G.; TODD, P. M. Fast and Frugal Heuristics: The adaptive toolbox. In: GIGERENZER, G.; TODD, P. M.; ABC RESEARCH GROUP. *Simple Heuristics that Make us Smart*. New York: Oxford University Press, 1999. p. 3-34.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, v. 185, n. 4.157, p. 1.124-1.131, 1974.
- MANSON, S. M. M. Bounded Rationality in Agent-Based Models: Experiments with Evolutionary programs. *International Journal of Geographical Information Science*, 20:9, 991-1.012, 2006. DOI: 10.1080/13658810600830566
- MARCH, J. G.; SIMON, H. A. *Organizations*. New York: John Wiley and Sons, Inc, 1958.
- MELO, T. M.; FUCIDJI, J. R. Racionalidade limitada e a tomada de decisão em sistemas complexos. *Revista de Economia Política*, v. 36, n. 3, 2016.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- NEWELL, A.; SIMON, H. A. Computer Simulation of Human Thinking. *Science*, 134, 2011-2017 (1961).
- NEWELL, A.; SIMON, H. A. Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search. *ACM Turing Award Lecture*, v. 9, n. 3, p. 113-126, 1975.
- SIMON, H. A. *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*. New York: Free Press, 1947.
- 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. Rational Choice and the Structure of the Environment. *Psychological Review*, v. 63, n. 2, 1956.
- SIMON, H. A. *Models of Man: Social and Rational*. New York: Wiley, 1957.
- SIMON, H. A. Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science. *American Economic Review*, v. 49, 253-283, 1959.
- SIMON, H. A. The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962.
- SIMON, H. A. Theories of Decision-Making in Economics and Behavioural Science. In: *Surveys of Economic Theory*. London: Palgrave Macmillan, 1966.
- SIMON, H. A. Theories of Bounded Rationality. In: MCGUIRE, C. B.; RADNER, R. (Ed.). *Decision and Organization*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1972. p. 161-176.
- SIMON, H. A. Rationality as Process and as Product of Thought. *American Economic Review*, v. 68, n. 2, p. 1-16, 1978a.
- SIMON, H. A. On How to Decide What to Do. *The Bell Journal of Economics*, 1978b.
- SIMON, H. A. Rational Decision Making in Business Organizations. *American Economic Review*, v. 69, n. 4, p. 493-513, 1979.
- SIMON, H. A. Invariants of Human Behavior. *Annual Review of Psychology*, v. 41, p. 1-20, 1990.
- SIMON, H. A. Organizations and Markets. *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 2, p. 25-44, 1991.
- SIMON, H. A. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
- SIMON, H. A. *Models of Bounded Rationality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- SIMON, H. A. Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow. *Mind & Society*, v. 1, n. 1, p. 25-39, 2000.
- STEINBACHER, M.; RADDANT, M.; KARIMI, F.; CUENA, E.; ALFARANO, S.; IORI, G.; LUX, T. Advances in the Agent-based Modeling of Economic and Social Behavior. *SN Business & Economics*, 1(7), 99, 2021. DOI:10.1007/s43546-021-00103-3.
- TODD, P. M.; GIGERENZER, G. Precise of Simple Heuristics that Make us Smart. *Behavioral and Brain Sciences*. 23 (5): 727-741, 2000.
- YUN, J. J.; AHN, H. J.; LEE, D. S.; PARK, K. B.; ZHAO, X. Inter-rationality; Modeling of Bounded Rationality in Open Innovation Dynamics. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 184, 2022.
- ZHANG, H.; VOROBAYCHIK, Y. Empirically Grounded Agent-Based Models of Innovation Diffusion: A Critical Review. *Artificial Intelligence Review*, 52, p. 707-741, 2019.

Dados, informação e conhecimento

Jorge Nogueira de Paiva Britto

1. INTRODUÇÃO

A centralidade de dados, informação e conhecimento na economia contemporânea é inseparável das transformações estruturais que caracterizam o capitalismo nas últimas décadas, marcadas pela intensificação da digitalização, pela crescente relevância das atividades científicas e tecnológicas e pela consolidação de regimes produtivos baseados na inovação contínua. A expansão das tecnologias de informação e comunicação, a ubiquidade de sistemas computacionais de coleta, processamento e análise de dados e a emergência de novos paradigmas tecnológicos, com o advento da inteligência artificial (IA) e da ciência de dados, tornaram explícito aquilo que já estava implícito na dinâmica do capitalismo industrial avançado: a produção econômica passou a depender cada vez mais de ativos de natureza cognitiva. Nesse contexto, dados, informação e conhecimento deixam de ser meros insumos auxiliares da atividade produtiva e passam a constituir elementos estruturantes da organização da produção, da concorrência, da inovação e da própria coordenação dos sistemas econômicos.

Contudo, esses conceitos não podem ser plenamente compreendidos pela microeconomia neoclássica, que trata a informação como perfeita ou como mera restrição à otimização racional, e o conhecimento como homogêneo e igualmente disponível a todos os participantes do mercado, manifestando-se apenas por

meio das funções de produção ou das preferências. Essa abordagem não explica pontos essenciais da economia contemporânea, como a heterogeneidade entre empresas, a inovação cumulativa, a dependência de trajetórias tecnológicas e o papel das capacidades organizacionais específicas.

A perspectiva microeconômica evolucionária oferece um enquadramento teórico alternativo e mais adequado para abordar essas questões. Inspirada nos trabalhos de Nelson e Winter (1982), Dosi (1988) e Simon (1955; 1959), essa abordagem concebe a economia não como um sistema em equilíbrio, mas como um processo histórico de mudança contínua, caracterizado pela geração de variedade, pela seleção de comportamentos e tecnologias e pela retenção de soluções bem-sucedidas em estruturas organizacionais e institucionais. O comportamento dos agentes econômicos é entendido como cognitivamente limitado, orientado por rotinas e moldado por processos de aprendizado, em vez de resultar de cálculos otimizadores perfeitos. Nesse quadro, o conhecimento ocupa posição central, pois é ele que fundamenta as rotinas produtivas, as estratégias competitivas, a capacidade de inovar e a adaptação a ambientes incertos.

Neste quadro analítico, dados, informação e conhecimento devem ser concebidos como categorias distintas e hierarquicamente articuladas. Os dados correspondem ao nível mais elementar da representação da realidade: são registros brutos de eventos, fatos ou estados do mundo, obtidos por meio de observação, mensuração ou captura instrumental. A informação emerge quando esses dados são organizados, contextualizados e dotados de significado, o que permite reduzir a incerteza e orientar decisões. O conhecimento, por sua vez, resulta da internalização da informação pelos agentes, que incorporam experiência, julgamento, intuição e capacidade de ação. Ele não se limita à descrição da realidade, mas se expressa na competência de transformá-la.

Sob essa ótica, dados, informação e conhecimento não são recursos homogêneos, mas sim resultados e, simultaneamente, insumos de processos cumulativos de aprendizado, experimentação e seleção. Trata-se de um movimento central da dinâmica econômica: a conversão progressiva de observações fragmentadas em capacidades produtivas, tecnológicas e organizacionais. Em perspectiva evolucionária, economias diferem menos pelo volume de dados gerados ou pela difusão da informação, e mais pela aptidão para transformar a informação em conhecimento, e este em competências produtivas e inovativas.

Além disso, dados, informação e conhecimento não são recursos neutros nem universalmente acessíveis. Eles são produzidos em contextos institucionais específicos, envolvem custos significativos de geração, processamento e transmissão, e estão sujeitos a problemas de apropriabilidade, externalidades e poder de mer-

cado. Sua distribuição é desigual entre agentes, setores e países, o que contribui para a persistência de assimetrias de desempenho econômico. Em uma perspectiva microeconômica evolucionária, essas assimetrias não são meras imperfeições transitórias, mas sim características estruturais do processo de desenvolvimento.

A emergência da economia digital, em especial da economia dos dados, evidencia essa transformação estrutural. Produção, armazenamento, processamento e análise em larga escala tornaram-se centrais para modelos de negócios, estratégias competitivas e decisões em praticamente todos os setores. Plataformas digitais, sistemas algorítmicos e infraestruturas computacionais organizam fluxos informacionais globais, conferindo centralidade à capacidade de capturar, interpretar e explorar economicamente registros digitais. Nesse contexto, a criação de valor depende da conversão sistemática de dados em informação relevante e, em seguida, em conhecimento aplicável.

Este capítulo propõe uma interpretação integrada de dados, informação e conhecimento a partir de uma perspectiva microeconômica evolucionária, destacando suas propriedades econômicas, seus ciclos de produção e de valorização, e os paradoxos associados à sua condição de ativos intangíveis. Busca-se demonstrar que: (i) essas categorias são analiticamente distintas, ainda que profundamente interdependentes; (ii) suas características econômicas desafiam os pressupostos da microeconomia convencional; (iii) sua produção e apropriação são historicamente condicionadas.

O capítulo está organizado da seguinte forma: inicialmente, diferenciam-se conceitualmente dados, informação e conhecimento; em seguida, analisam-se suas principais características microeconômicas e o ciclo de produção. Posteriormente, discutem-se os paradoxos da informação e do conhecimento, associados a Arrow e Polanyi, seguindo uma breve nota sobre os impactos da inteligência artificial na discussão da articulação entre os conceitos elaborada e encerrando-se com as conclusões e os desdobramentos para uma perspectiva microeconômica orientada pela inovação, pelo aprendizado e pela mudança estrutural e institucional.

2. DIFERENCIAÇÃO DE CONCEITOS: DADOS, INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

A distinção entre dados, informação e conhecimento é fundamental para compreender o papel dos ativos cognitivos na economia contemporânea. Embora frequentemente usados de forma indistinta, esses conceitos apresentam diferenças qualitativas relevantes quanto à sua natureza, às suas funções econômicas e aos

modos de produção e apropriação. Em uma perspectiva microeconômica evolucionária, essa diferenciação é central, pois o desenvolvimento econômico pode ser entendido como um processo cumulativo de transformação de dados em informação e de informação em conhecimento, resultando na formação de competências produtivas e inovativas.

A hierarquia dados-informação-conhecimento expressa uma progressão qualitativa marcada por interpretação, contextualização e internalização cognitiva. Cada nível possui propriedades econômicas próprias e envolve desafios distintos de coordenação e apropriabilidade. Contudo, sob uma perspectiva microeconômica evolucionária, esse processo não é linear, automático nem puramente técnico, mas socialmente mediado, institucionalmente condicionado e historicamente situado, no qual capacidades interpretativas, rotinas organizacionais e estruturas de poder são decisivas.

2.1. Dados

Os dados situam-se no nível mais elementar da representação da realidade, consistindo em registros brutos de eventos, fatos, estados ou características do mundo, obtidos por meio de observação, mensuração, monitoramento ou captura instrumental. Do ponto de vista epistemológico, os dados não possuem significado intrínseco: trata-se de descrições primárias, dotadas de baixo conteúdo semântico e incapazes, isoladamente, de oferecer interpretações, explicações ou orientações para a ação. Seu significado econômico é apenas potencial e depende de processos posteriores de seleção, organização e contextualização. Na teoria da informação de Shannon (1948), os dados são concebidos como sinais quantificáveis em termos de entropia, independentemente de seu conteúdo semântico, o que reforça seu caráter eminentemente sintático.

É importante ressaltar, entretanto, que os dados não são neutros nem puramente objetivos. Sua produção envolve escolhas prévias sobre o que observar, como medir, quais categorias empregar e quais instrumentos utilizar. Essas escolhas refletem pressupostos teóricos, interesses institucionais, restrições tecnológicas e relações de poder. Como argumentam Bowker e Star (1999), os sistemas de classificação e registro incorporam visões de mundo específicas, moldando a própria estrutura dos dados disponíveis.

Na economia contemporânea, a produção de dados tornou-se uma atividade sistemática e altamente intensiva em tecnologia. Sensores digitais, sistemas de informação, plataformas digitais, bases administrativas, registros científicos e experimentais geram volumes massivos de dados em praticamente todos os do-

mínios da atividade econômica e social. Entretanto, é crucial reconhecer que os dados não são “dados” em sentido absoluto: sua produção envolve escolhas metodológicas, conceituais e institucionais. O que é observado, como é observado, com que frequência e segundo quais categorias dependem de interesses científicos, produtivos, políticos e organizacionais. Nesse sentido, os dados são socialmente construídos, ainda que frequentemente apresentados como simples reflexos da realidade.

Do ponto de vista econômico, os dados apresentam caráter ambíguo. Uma vez digitalizados, podem ser reproduzidos a custo marginal muito baixo e tendem à não rivalidade no consumo; contudo, sua produção requer investimentos relevantes em infraestrutura, equipamentos, mão de obra qualificada e sistemas de armazenamento e segurança. Além disso, dados isolados não possuem valor econômico direto: seu valor é potencial e depende de sua conversão em informação e, subsequentemente, em conhecimento aplicável à decisão, à inovação e à coordenação produtiva.

Assim, os dados podem ser caracterizados como recursos cognitivos em estado bruto. Eles constituem a matéria-prima fundamental dos processos informacionais e cognitivos, mas não são, por si mesmos, economicamente relevantes no sentido pleno do termo. A abundância crescente de dados na economia digital não implica automaticamente aumento proporcional da capacidade de inovação ou de eficiência produtiva, pois essa capacidade depende da existência de estruturas cognitivas e organizacionais aptas a processá-los.

Além disso, os dados possuem natureza eminentemente relacional: seu valor não decorre de suas propriedades intrínsecas, mas das possibilidades de articulação com outros dados e, sobretudo, com estruturas de interpretação e de uso. Eles só adquirem significado quando inseridos em um contexto cognitivo e organizacional mais amplo. Nesse sentido, podem ser comparados aos insumos intermediários, cujo valor depende integralmente do processo produtivo em que são incorporados.

Na perspectiva evolucionária, os dados podem ser interpretados como a matéria-prima cognitiva dos sistemas econômicos contemporâneos. Eles alimentam processos de variação, recombinação e experimentação, atuando como insumos primários para a geração de informação e conhecimento. Contudo, seu valor econômico direto tende a ser limitado quando considerado isoladamente. Apenas em contextos específicos – como bases de dados altamente especializadas ou informações estratégicas proprietárias – os dados brutos adquirem valor significativo per se.

A economia evolucionária permite compreender essa característica ao enfatizar que a coleta e a produção de dados estão orientadas por conhecimentos prévios. Firms com maior capacidade tecnológica e cognitiva tendem a coletar dados mais relevantes, precisos e adequados aos seus objetivos estratégicos. Assim, a própria produção de dados é um processo endógeno ao acúmulo de conhecimento, e não uma etapa puramente exógena ou neutra.

Além disso, a produção massiva de dados, característica da economia digital, reforça sua natureza de subproduto social. Grande parte dos dados contemporâneos é gerada involuntariamente por meio do uso de plataformas, dispositivos conectados e serviços digitais, configurando um ambiente em que registros empíricos são produzidos continuamente, muitas vezes sem controle direto por parte de seus titulares. Essa característica tem implicações relevantes para a governança, a apropriabilidade e a valoração econômica dos dados.

2.2. Informação

A informação emerge quando os dados são organizados, selecionados, contextualizados e interpretados de modo a adquirir significado para um agente econômico. Diferentemente dos dados, a informação já pressupõe um referencial cognitivo: ela é sempre informação “para alguém” e “sobre algo”. Em termos clássicos, pode-se afirmar que a informação reduz a incerteza acerca de um determinado estado do mundo ou de um conjunto de alternativas de ação, conforme formulado pela teoria da informação incorporada à economia por autores como Arrow (1962).

Do ponto de vista econômico, a informação possui estatuto peculiar. Como destacou Arrow, ela difere das mercadorias tradicionais por ser amplamente não rival, de excludibilidade imperfeita e de apropriabilidade estruturalmente limitada: uma vez revelada, pode ser usada por múltiplos agentes e seu valor privado tende a se dissipar. Daí o “paradoxo da informação”: seu valor só pode ser avaliado após a aquisição, o que dificulta a formação de mercados competitivos para sua comercialização, tema retomado adiante neste capítulo.

Do ponto de vista microeconômico, a informação é um bem intermediário entre dados brutos e conhecimento internalizado. Seu valor depende do contexto, do momento de disponibilização e da posição estratégica de quem a detém, de modo que o mesmo conteúdo pode ser valorizado de forma distinta diante de assimetrias cognitivas, tecnológicas e organizacionais. Por isso, trata-se de um bem atípico, associado a falhas recorrentes – não rivalidade, assimetrias informacionais, apropriabilidade imperfeita, indivisibilidade e custo marginal de repro-

dução próximo de zero. Ainda que circule codificada em documentos, bases de dados, algoritmos ou plataformas, sua interpretação permanece condicionada às capacidades dos receptores.

Essas características explicam a recorrência a estratégias de controle privado por meio de direitos de propriedade intelectual, segredos industriais e barreiras tecnológicas. Essas falhas justificam tanto a existência de instituições específicas de proteção à propriedade intelectual quanto a relevância das organizações como espaços privilegiados de produção e de uso estratégico da informação. No interior das firmas, a informação não circula apenas como um bem transacionável, mas também como um insumo fundamental para os processos de coordenação, planejamento, controle e inovação.

Assim como os dados, a informação não se reduz à sua dimensão técnica: resulta de processos interpretativos dependentes de modelos mentais, categorias cognitivas e estruturas organizacionais. Embora seja relativamente transmissível, sua incorporação não é automática; acesso não equivale a aprendizado nem a inovação. A conversão da informação em capacidade produtiva requer processos cognitivos e organizacionais mais profundos, próprios do domínio do conhecimento.

Diferentes agentes podem extrair informações distintas de um mesmo conjunto de dados, o que evidencia que a informação é uma construção histórica e institucionalmente situada. Na perspectiva evolucionária, ela desempenha papel central nos processos de aprendizado e seleção, ao fornecer *feedback* sobre o desempenho de tecnologias, produtos e estratégias, orientando a retenção de rotinas eficazes e o abandono de práticas ineficientes. Trata-se, portanto, de um insumo fundamental dos mecanismos adaptativos que caracterizam a dinâmica econômica.

2.3. Conhecimento

O conhecimento representa um patamar qualitativamente superior na hierarquia cognitiva. Ele não se limita à posse ou ao acesso à informação, mas também envolve a capacidade de utilizá-la de forma eficaz em contextos concretos de ação. O conhecimento é, portanto, essencialmente prático e operacional: manifesta-se na habilidade de resolver problemas, tomar decisões sob incerteza, desenvolver novas soluções tecnológicas e coordenar atividades complexas.

O conhecimento corresponde a um nível qualitativamente distinto de organização cognitiva. Ele não se limita ao acúmulo ou ao processamento de informações, mas também envolve a capacidade de interpretá-las, integrá-las e utilizá-las

sistematicamente para resolver problemas, inovar e agir estrategicamente. Conforme definem Nonaka e Takeuchi (1995), o conhecimento consiste em crenças verdadeiras justificadas que ampliam a capacidade de ação dos indivíduos e das organizações. Diferentemente da informação, o conhecimento é intrinsecamente incorporado aos agentes. Ele se manifesta em habilidades, competências, esquemas interpretativos, rotinas organizacionais e práticas produtivas. Trata-se de um fenômeno simultaneamente individual e coletivo, construído por meio da experiência, da interação social e do aprendizado cumulativo.

Em termos gerais, o conhecimento pode ser definido como a internalização da informação pelos agentes, que incorpora experiência, aprendizado, julgamento e intuição. Trata-se de um processo cumulativo, dependente de trajetória e enraizado em contextos sociais e organizacionais. Como enfatiza Polanyi (1966), o conhecimento é apenas parcialmente codificável: distingue-se entre conhecimento explícito, passível de registro e transmissão formal, e conhecimento tácito, pessoal e incorporado à prática – “sabemos mais do que podemos dizer”. Esses aspectos serão analisados em detalhe na Seção 6, a partir do paradoxo do conhecimento.

Do ponto de vista econômico, o conhecimento constitui o recurso estratégico central das firmas: é específico, cumulativo, de lenta acumulação e fortemente dependente da trajetória organizacional, o que o torna difícil de imitar. Essas propriedades sustentam a heterogeneidade persistente entre as firmas e, portanto, a dinâmica competitiva em uma economia evolucionária. Assim, o diferencial não reside no mero acesso à informação, mas na capacidade assimétrica de convertê-la em conhecimento operacional.

Na economia evolucionária, o conhecimento é concebido como complexidade adaptada, resultante de processos históricos de experimentação e seleção. Por isso, é cumulativo, dependente de trajetória e responsável pela heterogeneidade persistente entre firmas e setores (Dosi, 2008; Dosi; Nelson, 2010). Além disso, o conhecimento possui uma dimensão coletiva e organizacional, incorporada a rotinas, práticas e padrões de interação, o que reforça a concepção da firma como uma entidade cognitiva.

Além disso, o conhecimento é um recurso estratégico central. Conforme destacam Penrose (1959), Teece (1986) e Barney (1991), a posse de conhecimentos específicos, dificilmente imitáveis e complementares a outros ativos, constitui a base da vantagem competitiva sustentável. Essa vantagem decorre não apenas do conteúdo informacional do conhecimento, mas também de sua incorporação em sistemas organizacionais complexos.

2.4. Dados, informação e conhecimento: relações não lineares e retroalimentação cognitiva

A relação entre dados, informação e conhecimento costuma ser apresentada como uma hierarquia cognitiva, em que cada nível pressupõe o anterior e o transcedente (Ackoff, 1989; Rowley, 2007): dados como base empírica; informação como organização significativa; e conhecimento como capacidade de ação fundada na internalização da informação. À medida que se avança, cresce o valor econômico potencial, pois aumentam a complexidade cognitiva, a dependência de contexto, a dificuldade de codificação e a especificidade organizacional, ampliando a possibilidade de vantagens competitivas sustentáveis. Por isso, a mera disponibilidade de grandes volumes de dados não se converte automaticamente em desenvolvimento econômico ou inovação tecnológica.

Embora a hierarquia dados-informação-conhecimento sugira progressão ascendente, a relação é recursiva, não linear e não unidirecional. O conhecimento acumulado orienta a produção, a seleção e a interpretação dos dados – definindo o que observar, medir e registrar –, ao passo que estruturas cognitivas e organizacionais condicionam a relevância atribuída às informações. Assim, a conversão de dados em conhecimento depende de capacidades cognitivas, rotinas e práticas organizacionais, da infraestrutura tecnológica e dos arcabouços institucionais (educacionais, científicos e regulatórios). Quando esses suportes são frágeis, a abundância informacional tende a não se traduzir em aprendizado e capacidade produtiva, o que configura o “paradoxo da informação”.

A distinção entre dados, informação e conhecimento tem implicações diretas para a microeconomia evolucionária. Primeiro, reforça que a heterogeneidade entre agentes é estrutural: mesmo com acesso semelhante a dados e informações, firmas e indivíduos diferem na capacidade de convertê-los em conhecimento útil, o que sustenta a diversidade de estratégias, desempenho e trajetórias tecnológicas. Segundo, evidenciam-se os limites do mercado na coordenação de processos cognitivos: dados e informações podem ser transacionados, mas o conhecimento – sobretudo o tácito – é de transferência restrita e pouco contratualizável, o que torna as organizações espaços centrais de aprendizado e de acumulação de competências. Terceiro, fundamenta uma teoria evolucionária da firma centrada no conhecimento, entendendo-a como estrutura institucional especializada em transformar informação em conhecimento operacional, condição para inovar, adaptar-se sob incerteza e construir vantagens competitivas dinâmicas.

Ao contrário da representação linear – dados geram informação, que gera conhecimento –, a perspectiva evolucionária descreve uma dinâmica circular e

cumulativa, mediada pelo conhecimento prévio dos agentes. O conhecimento orienta a própria produção de dados ao definir o que observar, medir e monitorar; por isso, firmas com bases cognitivas mais avançadas tendem a gerar registros mais sofisticados e alinhados a suas estratégias tecnológicas e competitivas. Do mesmo modo, a conversão de dados em informação depende de esquemas interpretativos incorporados a métodos estatísticos, modelos econométricos, algoritmos de aprendizado de máquina e rotinas de análise. Por fim, a transformação de informação em conhecimento requer internalização, experimentação e validação prática, sendo um processo historicamente situado e marcado pela incerteza.

Essa circularidade implica a inexistência de um ponto inicial “puro” no ciclo cognitivo: dados, informação e conhecimento são coproduzidos em um processo contínuo de aprendizado. Trata-se de um fundamento da abordagem evolucionária, segundo a qual o sistema econômico é, em última instância, um sistema de produção e transformação do conhecimento. Ademais, a distinção entre dados, informação e conhecimento completa-se ao reconhecer o caráter social e institucional do conhecimento: enquanto dados e informações podem, em certa medida, existir como objetos externos aos agentes, o conhecimento existe apenas quando incorporado a práticas, organizações e instituições. Nelson e Winter (1982) enfatizam que as firmas são portadoras de conhecimento coletivo estabilizado em rotinas, culturas organizacionais, estruturas de coordenação e mecanismos de aprendizado; por isso, o conhecimento economicamente relevante não pode ser reduzido a informação armazenada em bases de dados ou em documentos técnicos.

Nessa perspectiva, a digitalização, por si só, não assegura a criação de conhecimento. Dados, sistemas de informação e algoritmos geram efeitos econômicos relevantes apenas quando articulados a estruturas organizacionais capazes de aprender, interpretar e agir. A vantagem competitiva decorre menos da posse de dados ou de informação e mais da capacidade de convertê-los em conhecimento produtivo. Assim, dados e informação constituem infraestruturas cognitivas necessárias, mas é o conhecimento que constitui o núcleo dinâmico do capitalismo contemporâneo, baseado em ativos intangíveis, tornando sua distinção analítica central para uma microeconomia evolucionária coerente.

3. CARACTERÍSTICAS (MICRO) ECONÔMICAS DE DADOS, INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

A distinção entre dados, informação e conhecimento adquire pleno significado analítico quando associada às propriedades microeconômicas específicas de

cada categoria. Essa análise evidencia que tais ativos intangíveis apresentam características substancialmente distintas das dos bens materiais tradicionais.

Antes de analisar dados, informação e conhecimento, é necessário destacar as propriedades comuns dos bens informacionais, que explicam a recorrência de falhas de mercado, a instabilidade competitiva e a tendência à concentração. Segundo Arrow (1962), Shapiro e Varian (1998) e Varian (1998), esses bens compartilham quatro características centrais.

Em primeiro lugar, não há rivalidade no consumo: o uso por um agente não reduz a disponibilidade para os demais. Diferentemente dos bens físicos, que se esgotam ou se depreciam com o uso, os conteúdos informacionais podem ser utilizados simultaneamente por múltiplos usuários sem perda direta de valor.

Em segundo lugar, exibem excludibilidade imperfeita. Embora mecanismos jurídicos e tecnológicos possam restringir o acesso – como patentes, direitos autorais, criptografia e sistemas proprietários –, a reprodução e a difusão são, em geral, difíceis de controlar plenamente. Essa característica fragiliza a apropriabilidade privada e estimula estratégias de proteção artificial da escassez.

Em terceiro lugar, caracterizam-se por elevados custos fixos iniciais e custos marginais próximos de zero. A produção de bases de dados, algoritmos, *softwares* e conteúdos informacionais exige investimentos significativos em infraestrutura, capital humano e pesquisa, enquanto sua replicação digital tem custo praticamente nulo. Essa estrutura de custos favorece economias de escala, concentração de mercado e estratégias de precificação não lineares.

Em quarto lugar, apresentam forte potencial para economias de escopo e complementaridades. O valor de um ativo informacional tende a aumentar quando combinado com outros ativos, tecnologias ou bases de conhecimento, reforçando dinâmicas cumulativas e efeitos de *lock-in*.

Em uma perspectiva evolucionária, não se trata apenas de reconhecer que dados, informação e conhecimento são “bens” ou “recursos” distintos, mas de compreender que cada um deles apresenta estruturas próprias de custos, padrões particulares de apropriabilidade, diferentes graus de rivalidade e excludibilidade e, sobretudo, impactos diferenciados sobre a dinâmica competitiva, os processos de inovação e a organização das firmas.

Em contraste com os bens tradicionais da microeconomia neoclássica, esses ativos cognitivos não se ajustam ao paradigma da mercadoria privada – rival, excludente e precificada por custos marginais. Sua lógica econômica é marcada por falhas de mercado recorrentes, externalidades, indivisibilidades e retornos crescentes, o que reforça o papel das organizações e das instituições como mecanismos de coordenação complementares ou substitutivos ao mercado.

3.1. Dados como ativo econômico

Os dados constituem a base empírica dos processos informacionais e cognitivos, mas apresentam natureza econômica ambígua. Embora funcionem como insumos passíveis de múltiplos usos – do planejamento e controle à inovação e à formulação de políticas –, diferem dos insumos materiais por apresentarem propriedades típicas de bens informacionais. Considerados isoladamente, tendem a ter baixo valor intrínseco: seu valor é, sobretudo, potencial, associado a usos futuros, o que os caracteriza como ativos latentes. Em termos microeconômicos, essa condição envolve elevada incerteza quanto à utilidade *ex-ante*, o que os aproxima da categoria de bens experienciais (Nelson, 1970).

Do ponto de vista dos custos de produção de dados, é fundamental distinguir entre custos fixos e marginais. A produção de dados envolve, em geral, elevados custos fixos iniciais: investimentos em infraestrutura de coleta, sensores, sistemas de informação, plataformas digitais, pessoal qualificado e procedimentos organizacionais. Uma vez produzidos e armazenados em formato digital, os custos marginais de reprodução e disseminação dos dados tendem a ser extremamente baixos. Essa estrutura de custos favorece economias de escala e de escopo, incentivando a concentração de atividades de coleta e de processamento em grandes organizações ou plataformas.

A não rivalidade dos dados é, em geral, elevada, mas sua excludibilidade é variável. Seu uso por um agente não impede o uso simultâneo por outros, embora restrições técnicas, legais ou estratégicas possam limitar o acesso e a utilização. A exclusão, por sua vez, é imperfeita e custosa: ainda que bases de dados possam ser protegidas por direitos, contratos e sistemas de segurança, tais mecanismos frequentemente são incompletos. Por meio de tecnologias proprietárias, regimes regulatórios, controle de plataformas e cláusulas contratuais, agentes dominantes podem criar escassez artificial, convertendo dados potencialmente públicos em ativos privados estratégicos.

A apropriabilidade econômica dos dados depende de arranjos institucionais e organizacionais. Como frequentemente são gerados enquanto subprodutos de transações, processos produtivos e interações digitais, a atribuição de direitos de propriedade tende a ser ambígua. Além disso, seu valor é contingente e se realiza apenas quando convertidos em informação relevante e, subsequentemente, em conhecimento aplicável. Soma-se a isso a presença de externalidades, particularmente em dados pessoais: a coleta e o uso podem impor custos sociais ligados à privacidade, à discriminação algorítmica e à vigilância, raramente internalizados nos preços. Essas externalidades negativas fundamentam intervenções regulatórias específicas.

Além disso, os dados apresentam forte potencial combinatório. Seu valor tende a crescer exponencialmente quando integrado a outras bases, ampliando sua capacidade preditiva e explicativa. Esse fenômeno, analisado por Arthur (2009), reforça retornos crescentes e favorece a concentração em torno de grandes repositórios informacionais. Assim, do ponto de vista microeconômico, os dados podem ser caracterizados como ativos intermediários, cujo valor é essencialmente derivado. Sua relevância econômica não reside em sua mera existência, mas em sua integração a processos cognitivos e organizacionais mais amplos.

Na perspectiva evolucionária, os dados servem como insumos primários para a variação cognitiva. Eles alimentam processos de experimentação, modelagem e aprendizado, possibilitando a geração de novas hipóteses, rotinas e estratégias. Basicamente, isso implica que a vantagem competitiva não decorre apenas da posse de grandes volumes de dados, mas também da capacidade de processá-los de forma eficaz e criativa.

3.2. Informação como bem econômico

A informação ocupa lugar central na análise microeconômica desde as contribuições pioneiras de Arrow. Ela é definida como aquilo que reduz a incerteza relevante para a tomada de decisões econômicas. Sua principal função econômica consiste na redução da incerteza e das assimetrias informacionais, favorecendo a coordenação descentralizada dos mercados (Hayek, 1945; Stiglitz, 1985). Contudo, essa definição funcional já antecipa seu caráter problemático enquanto mercadoria. Em especial, a informação caracteriza-se por indivisibilidade e inapropriabilidade parcial. Seu valor só pode ser plenamente avaliado após a aquisição, o que dificulta a formação de mercados competitivos estáveis.

Além disso, a informação possui propriedades que tornam os mercados informacionais estruturalmente imperfeitos. Em geral, é não rival no consumo e apenas imperfeitamente excludível, pois restrições legais ou tecnológicas são incompletas e custosas. Apresenta ainda indivisibilidade e retornos crescentes: altos custos fixos de produção inicial e custo marginal de reprodução próximo de zero. Soma-se a elevada obsolescência, que torna seu valor frequentemente efêmero e reforça estratégias baseadas em velocidade. Por fim, os efeitos de rede elevam seu valor com base em usuários – especialmente em plataformas digitais –, favorecendo monopólios naturais e estruturas oligopolistas (Katz; Shapiro, 1985).

Essas propriedades aproximam a informação de um bem público impuro (ou quase-bem público): embora não rival, sua exclusão pode ser parcialmente construída por meios legais e tecnológicos, de forma incompleta e custosa. Essa ambi-

guidade tensiona os incentivos à produção privada e os ganhos sociais da difusão, levando à suboferta em relação ao nível socialmente desejável e fundamentando a intervenção pública em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e em regimes de propriedade intelectual. O “paradoxo da informação” de Arrow explicita o problema: para avaliar o valor de uma informação é preciso conhecê-la; uma vez revelada, ela deixa de ser escassa e seu valor privado tende a se dissipar. Em consequência, os mercados competitivos de informação são intrinsecamente frágeis, reforçando o papel das organizações como espaços privilegiados de produção e uso.

Em uma perspectiva evolucionária, a informação não é apenas um bem econômico, mas também um insumo do aprendizado. Ela ocupa posição intermediária no ciclo cognitivo que liga dados ao conhecimento e opera como sinal para processos de seleção, ao indicar desempenho, custos, preferências e oportunidades, orientando a retenção ou o abandono de rotinas e tecnologias. Seu valor é contextual e depende das capacidades cognitivas e organizacionais dos agentes: a mesma informação pode ser estratégica para uma firma e irrelevante para outra.

3.3. Conhecimento como recurso estratégico

O conhecimento representa a categoria mais complexa e economicamente decisiva da tríade analisada neste capítulo. Diferentemente dos dados e da informação, o conhecimento não pode ser plenamente tratado como um bem transacionável. Ele é, antes de tudo, um recurso estratégico incorporado aos agentes e às organizações, profundamente enraizado em experiências passadas, práticas produtivas e contextos institucionais específicos.

O conhecimento apresenta as propriedades econômicas mais complexas entre os ativos cognitivos. Em primeiro lugar, destaca-se como sua principal característica a cumulatividade: novos conhecimentos se constroem sobre bases anteriores, gerando dependência de trajetória e retornos crescentes (David, 1985). Em segundo lugar, ele é específico: diferentes organizações desenvolvem bases de conhecimento distintas, moldadas por suas histórias, estruturas produtivas e rotinas organizacionais. Em terceiro lugar, destaca-se a distinção entre conhecimento tácito e explícito, o que implica diferenças relevantes quanto à apropriabilidade e à transferência. Basicamente, o conhecimento geral pode ser caracterizado como parcialmente tácito: uma parcela significativa dele não pode ser codificada nem transferida formalmente. Em quarto lugar, ele é difícil de imitar: mesmo quando os resultados do conhecimento são observáveis, os processos que os geraram frequentemente permanecem opacos aos competidores. Um quinto aspecto decorre de o conhecimento estar fortemente incorporado ao capital humano e organi-

zacional. Ele reside em pessoas, equipes, rotinas, culturas e sistemas produtivos, o que dificulta sua separação e comercialização, tornando os mercados relativamente ineficientes para coordenar sua produção e difusão. Em sexto, verifica-se que o conhecimento é caracterizado por uma causalidade ambígua: muitas vezes, não é possível identificar com precisão quais elementos explicam determinado desempenho superior, o que dificulta a imitação por parte dos concorrentes (Lippman; Rumelt, 1982).

Nessas condições, o conhecimento constitui a principal fonte de vantagem competitiva sustentável, pois as capacidades dinâmicas das firmas derivam fundamentalmente de sua base de conhecimento acumulada (Teece; Pisano; Shuen, 1997). Enquanto dados e informações se difundem mais rapidamente, o conhecimento permanece ancorado em capacidades organizacionais específicas, o que explica a persistência da heterogeneidade entre as firmas.

Em uma economia evolucionária, a concorrência não ocorre apenas em termos de preços ou quantidades, mas, fundamentalmente, de capacidades cognitivas e tecnológicas. Nessa perspectiva, assume-se que o conhecimento não é apenas individual, mas também organizacional. Nesse sentido, a literatura sobre estratégia e a economia evolucionária converge ao postular que o conhecimento é a principal fonte de vantagem competitiva sustentável. Isso implica que a competitividade não depende apenas de investimentos financeiros, mas também de trajetórias históricas de construção de capacidades. Teece (1986; 2014) destaca que a apropriabilidade dos retornos da inovação depende não apenas da proteção jurídica, mas também da complexidade, do caráter tácito e da especificidade do conhecimento. Diferentemente dos dados e da informação, que podem ser mais facilmente adquiridos no mercado, o conhecimento estratégico é produzido sobretudo internamente, por meio de processos de aprendizado organizacional. Barney (1991) argumenta que recursos capazes de gerar vantagem competitiva devem ser valiosos, raros, difíceis de imitar e insubstituíveis – características que se aplicam, de maneira paradigmática, ao conhecimento.

Basicamente, numa perspectiva evolucionária, o conhecimento se manifesta em rotinas, procedimentos, normas, culturas e estruturas de coordenação. As rotinas organizacionais podem ser interpretadas como portadoras de conhecimento, isto é, como mecanismos pelos quais o conhecimento é incorporado e reproduzido no interior das firmas (Nelson; Winter, 1982). Sob a ótica evolucionária, a firma é concebida como um repositório de conhecimento coletivo. Sua vantagem competitiva resulta da articulação específica entre dados, informação e conhecimento, mediada por rotinas, competências e estruturas organizacionais. O que diferencia as firmas não é simplesmente o acesso a insumos informacionais, mas

a capacidade de transformá-los em conhecimento produtivo. Além disso, o conhecimento representa mecanismos de retenção. Ele preserva soluções adaptativas bem-sucedidas, garantindo continuidade histórica e estabilidade relativa, ao mesmo tempo que permanece aberto a modificações.

3.4. Comparação sistemática das propriedades econômicas

A diferenciação entre dados, informação e conhecimento pode ser sistematizada por meio de um conjunto de dimensões microeconômicas fundamentais. O Quadro 1 sintetiza as principais diferenças entre dados, informação e conhecimento.

Quanto à *codificabilidade*, os dados apresentam elevado grau, especialmente em formato digital; a informação é amplamente codificável, embora dependente de contexto interpretativo; já o conhecimento é apenas parcialmente codificável, com forte componente tácito. A *apropriabilidade* dos dados é variável e depende de arranjos legais e tecnológicos; na informação, é estruturalmente imperfeita, conforme o paradoxo de Arrow; no conhecimento, é indireta e relativamente elevada, fundada na dificuldade de imitação e na especificidade organizacional. Em termos de *rivalidade e excludibilidade*, dados e informação são não rivais, sendo os dados parcialmente excludíveis, e a informação dificilmente excludível, enquanto o conhecimento, embora não rival, é altamente específico e de transferência limitada. Por fim, os *custos marginais de reprodução* são próximos de zero para dados, muito baixos para a informação e elevados para o conhecimento, pois exigem aprendizado, experiência e tempo.

Quadro 1. Dados, informações e conhecimentos: dimensões econômicas fundamentais

Dimensões econômicas	Dados	Informação	Conhecimento
Codificabilidade	Elevada	Elevada	Limitada
Apropriabilidade	Variável	Parcial e imperfeita	Elevada
Rivalidade e excludibilidade	baixa rivalidade e excludibilidade parcial	baixa rivalidade e baixa excludibilidade	não rival e transferência limitada
Custo marginal de reprodução	Próximo de zero	Próximo de zero	Elevado
Dependência de contexto	Baixa	Média	Elevada
Potencial estratégico	Limitado	Intermediário	Central

Fonte: Elaboração própria.

Essa comparação evidencia que, à medida que se avança de dados para informação e de informação para conhecimento, o foco da análise microeconômica desloca-se dos mercados para as organizações, o aprendizado e a história. Enquanto dados e informações codificadas podem, em certa medida, ser coordenados por mercados, a presença de custos fixos elevados, retornos crescentes, externalidades e apropriabilidade imperfeita limita sua eficiência. O conhecimento é ainda menos compatível com a lógica de mercado, pois sua produção e transmissão dependem de interações prolongadas, aprendizado compartilhado, confiança, linguagem comum e experiência prática, condições mais facilmente atendidas no interior das organizações.

Isso fornece uma base microeconômica sólida para conceber a firma como uma organização cognitiva, especializada na produção, integração e aplicação do conhecimento. Nessa perspectiva, as organizações emergem como estruturas privilegiadas de aprendizado, experimentação e retenção cognitiva, reforçando a heterogeneidade persistente entre as firmas. Assim, a firma não é apenas uma resposta a custos de transação ou a problemas de oportunismo, mas uma solução institucional para os limites dos mercados na coordenação da transformação de informação em conhecimento e da acumulação de competências.

4. O CICLO DE PRODUÇÃO DE DADOS, INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

A análise microeconômica de dados, informação e conhecimento é incompleta quando esses elementos são tratados de forma estática. Em uma perspectiva evolucionária, o essencial está na dinâmica de transformação recíproca entre as três categorias: dados são gerados, convertidos em informação, internalizados como conhecimento e, então, mobilizados para gerar novos dados, reiniciando o movimento. Esse ciclo é cumulativo, recursivo e não linear, sendo condicionado por capacidades cognitivas, estruturas organizacionais, tecnologias disponíveis e contextos institucionais e históricos. Assim, economias, setores e firmas diferem menos pelo volume de recursos e mais pela eficiência e sofisticação com que operam esse ciclo cognitivo.

4.1. Geração de dados

A geração de dados representa o primeiro momento do ciclo cognitivo. Ela corresponde ao processo de observação sistemática da realidade econômica, tecnológica e social, por meio de instrumentos, procedimentos e categorias previa-

mente estabelecidos. Em termos econômicos, a produção de dados é uma atividade que envolve custos, investimentos e decisões estratégicas, e não um simples subproduto da atividade produtiva.

Do ponto de vista microeconômico, a geração de dados envolve uma estrutura de custos caracterizada por elevados custos fixos iniciais e baixos custos marginais de reprodução, conforme discutido na seção anterior. Isso cria fortes incentivos à concentração das atividades de coleta e armazenamento em organizações de grande porte ou em plataformas tecnológicas especializadas. Além disso, a definição do que será coletado, como será coletado e com que grau de detalhamento reflete decisões estratégicas das firmas, pois condiciona diretamente o tipo de informação e de conhecimento que poderá ser produzido no futuro.

Além disso, a captura de dados está associada a relações de poder assimétricas. Em muitos casos, os titulares dos dados não controlam plenamente a coleta e o uso de seus dados, enquanto plataformas e intermediários digitais se apropriam de grandes volumes de informações. Essa assimetria influencia a distribuição dos benefícios econômicos decorrentes do ciclo informacional.

Historicamente, a capacidade de gerar dados esteve associada ao desenvolvimento de instrumentos de mensuração, de estatística e de registro contábil. Na economia contemporânea, esse processo foi radicalmente transformado pela digitalização, pela disseminação de sensores, pela automação de processos produtivos e pela expansão de plataformas digitais. A coleta de dados tornou-se contínua, massiva e integrada às rotinas operacionais das organizações. Transações comerciais, operações logísticas, interações com consumidores, atividades de pesquisa e desenvolvimento e processos produtivos geram, quase automaticamente, grandes volumes de dados.

Na perspectiva evolucionária, a geração de dados corresponde à fase de produção de variedade cognitiva. Ela amplia o conjunto de registros disponíveis para experimentação, modelagem e aprendizado, criando condições para a emergência de novas combinações informacionais. Nesse sentido, a geração de dados é, basicamente, um processo seletivo. Os agentes não observam a realidade de maneira neutra ou completa; observam-na a partir de esquemas cognitivos e objetivos específicos. Isso implica que diferentes firmas, mesmo atuando em um mesmo mercado, podem gerar conjuntos de dados distintos, o que já constitui uma fonte inicial de heterogeneidade cognitiva.

4.2. Transformação de dados em informação

O segundo momento do ciclo corresponde à conversão de dados em informação. Trata-se do processo pelo qual os registros brutos são organizados, classificados, filtrados, agregados e interpretados de modo a adquirir significado econômico. Essa etapa é eminentemente cognitiva e organizacional, pois depende de modelos analíticos, categorias conceituais e rotinas interpretativas previamente estabelecidas.

A transformação de dados em informação requer infraestrutura técnica (sistemas de informação, *softwares* analíticos, bancos de dados) e infraestrutura cognitiva (competências analíticas, linguagens comuns, protocolos de comunicação). Ela não é um procedimento mecânico, mas uma atividade interpretativa que envolve julgamento, seleção e abstração. Diferentes agentes podem extrair informações distintas a partir do mesmo conjunto de dados, dependendo de seus objetivos estratégicos e de suas capacidades cognitivas.

Uma vez gerados, os dados precisam ser armazenados, organizados e protegidos para se tornarem utilizáveis. Sob a ótica evolucionária, o armazenamento e a organização funcionam como mecanismos preliminares de retenção, preservando registros que poderão ser mobilizados em processos futuros de aprendizado. Essa etapa envolve a construção de bancos de dados, sistemas de arquivamento, protocolos de segurança e mecanismos de governança informacional. O armazenamento não é um processo neutro. Ele implica decisões sobre formatos, padrões, classificações e critérios de relevância, que moldam a acessibilidade futura dos dados. Sistemas de informação incorporam visões específicas sobre o que é considerado relevante, confiável ou prioritário, influenciando os processos posteriores de interpretação.

Do ponto de vista econômico, essa etapa envolve investimentos significativos em infraestrutura computacional, serviços de nuvem, *softwares* de gestão e capital humano especializado. Tais investimentos reforçam barreiras à entrada e contribuem para a formação de vantagens competitivas baseadas em ativos informacionais. A custódia dos dados também envolve questões regulatórias e éticas, relacionadas à privacidade, à segurança e à proteção contra usos indevidos. Regimes institucionais distintos afetam a forma como os dados podem ser explorados economicamente, influenciando o funcionamento do ciclo.

Do ponto de vista microeconômico, essa etapa é crítica porque é nela que os dados passam a adquirir valor econômico efetivo. Dados não organizados ou não interpretados permanecem praticamente inúteis para a tomada de decisões. A capacidade de transformar rapidamente grandes volumes de dados em informa-

ção relevante constitui, assim, uma importante fonte de vantagem competitiva, sobretudo em ambientes caracterizados por alta incerteza e mudança tecnológica rápida. Essa transformação ocorre por meio de processos de limpeza, filtragem, integração, modelagem e análise, envolvendo tanto procedimentos automatizados, baseados em algoritmos e técnicas estatísticas, quanto interpretações humanas fundamentadas em conhecimentos prévios. O desenvolvimento da ciência de dados, do aprendizado de máquina e da inteligência artificial ampliou significativamente a capacidade de extrair padrões e regularidades de grandes volumes de dados. Contudo, esses sistemas dependem de hipóteses implícitas, de escolhas metodológicas e de conjuntos de treinamento que refletem estruturas cognitivas e institucionais preexistentes.

Essa fase é particularmente intensiva em capital humano qualificado e em ativos complementares, como *softwares* especializados e capacidades analíticas. A escassez relativa desses recursos contribui para a diferenciação entre firmas e setores. A filtragem informacional é igualmente relevante. Em ambientes de alta abundância de dados, a capacidade de selecionar informações pertinentes torna-se um fator crítico para o desempenho. A ineficiência nessa seleção pode gerar ruído cognitivo, comprometendo a qualidade das decisões.

Numa perspectiva evolucionária, essa etapa corresponde a um mecanismo de seleção preliminar, no qual informações relevantes são retidas e outras descartadas, orientando as trajetórias de aprendizado. A transformação de dados em informação gera variedade cognitiva, pois diferentes interpretações produzem distintas representações da realidade e múltiplos caminhos potenciais de ação. A seleção entre essas interpretações ocorre posteriormente, quando decisões baseadas nelas são testadas no mercado ou no ambiente organizacional.

4.3. Conversão de informação em conhecimento

A conversão de informação em conhecimento constitui o núcleo propriamente evolucionário do ciclo cognitivo, ocorrendo quando agentes e organizações internalizam conteúdos informacionais por meio da experiência, da prática e da interação social. Diferentemente da informação, a conversão em conhecimento exige aprendizado cumulativo e internalização, transformando conteúdos informacionais em capacidade efetiva de ação. Esse processo dá-se por meio de experimentação, tentativa e erro e de múltiplas formas de aprendizado – *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting* – e da socialização no interior das organizações.

Esse processo envolve aprendizado individual, organizacional e interorganizacional. No plano individual, manifesta-se na aquisição de habilidades e es-

quem interpretativos. No plano organizacional, materializa-se na formação de rotinas, procedimentos e culturas produtivas. No plano sistêmico, ocorre por meio de redes de inovação e comunidades de prática. Em todos esses casos, a informação é incorporada às estruturas cognitivas dos indivíduos e às rotinas das organizações. Conforme argumentam Nonaka e Takeuchi (1995), essa conversão envolve múltiplos mecanismos, incluindo socialização, externalização, combinação e internalização. Ela se transforma em habilidades, competências e padrões estáveis de comportamento eficazes, por meio de um processo necessariamente lento, custoso e dependente da trajetória. Na perspectiva evolucionária, a internalização constitui o principal mecanismo de retenção. Ela assegura a preservação de soluções adaptativas e sua incorporação a estruturas organizacionais duráveis.

A conversão de informação em conhecimento não é instantânea, pois requer tempo, experiência, contexto e aprendizado cumulativo. Do ponto de vista microeconômico, essa etapa depende fortemente de investimentos em educação, treinamento, P&D e de certa estabilidade organizacional, sendo prejudicada pela alta rotatividade ou pela fragmentação institucional. A mobilização do conhecimento orienta decisões estratégicas e frequentemente exige reconfigurações organizacionais. Uma vez internalizado, o conhecimento integra o patrimônio cognitivo da firma, reforçando sua especificidade, dificultando a imitação e explicando a heterogeneidade persistente entre firmas, elemento central da microeconomia evolucionária.

O conhecimento internalizado adquire relevância econômica quando é aplicado na forma de inovação em produtos, processos, modelos de negócios e estratégias competitivas. Na perspectiva evolucionária, essa etapa corresponde ao momento em que o mercado atua como mecanismo de seleção. Inovações bem-sucedidas são recompensadas, enquanto estratégias ineficientes são penalizadas, o que influencia a sobrevivência das rotinas. Essa aplicação representa a materialização do ciclo cognitivo em desempenho econômico observável.

No entanto, o ciclo de produção de dados, informação e conhecimento não se encerra na aplicação econômica. O uso do conhecimento gera novos dados, seja por meio de *feedback* de mercado, avaliações de desempenho, interações com usuários ou experimentação tecnológica. Esses novos registros reiniciam o processo, configurando um sistema recursivo de aprendizado. Essa recursividade sustenta a cumulatividade do conhecimento. Soluções anteriores condicionam as possibilidades futuras, gerando dependência de trajetória. Investimentos anteriores em infraestrutura, formação e pesquisa moldam as diretrizes do aprendizado subsequente.

Ao mesmo tempo, essa dinâmica pode gerar *lock-ins* cognitivos e tecnológicos, em que trajetórias subótimas se consolidam devido a custos de mudança, efeitos

de rede e rigidez institucional. Estruturas de conhecimento consolidadas podem tornar os agentes menos sensíveis a informações novas ou contraditórias, reduzindo sua capacidade de adaptação. Assim, o mesmo mecanismo que sustenta a eficiência e a estabilidade organizacional pode, em determinadas circunstâncias, tornar-se uma fonte de rigidez e declínio competitivo. A superação desses bloqueios frequentemente depende de choques tecnológicos, mudanças regulatórias ou reorganizações profundas. Do ponto de vista microeconômico, essa dinâmica explica por que a mera disponibilidade de informação não é suficiente para garantir um bom desempenho econômico. Duas firmas podem ter acesso às mesmas informações de mercado ou às mesmas descobertas científicas, mas apenas aquela que possuir as capacidades organizacionais adequadas conseguirá transformá-las em inovação, eficiência produtiva ou vantagem competitiva.

4.4. Retroalimentação do ciclo

O ciclo de produção de dados, informação e conhecimento não se encerra na formação do conhecimento. Ao contrário, o conhecimento adquirido transforma o modo como os agentes observam a realidade e, portanto, como geram novos dados. O uso do conhecimento em processos produtivos, tecnológicos e organizacionais gera continuamente novos registros, observações e experiências, que alimentam novamente o ciclo. Essa retroalimentação confere ao processo um caráter cumulativo e não linear. O conhecimento acumulado em determinado momento condiciona quais aspectos da realidade serão observados, quais dados serão considerados relevantes, como esses dados serão interpretados e que tipo de informação será valorizada. Em termos evolucionários, isso significa que o sistema econômico desenvolve trajetórias cognitivas específicas. Diferentes firmas e setores constroem “regimes de observação” distintos, que orientam suas estratégias de inovação e adaptação. Essa dependência de trajetória explica por que as mudanças tecnológicas e organizacionais são frequentemente incrementais e por que rupturas cognitivas profundas são raras e difíceis de sustentar.

Quando interpretado em termos da lógica evolucionária de variedade, seleção e retenção, o ciclo de produção de dados, informação e conhecimento pode ser associado a esses elementos. A produção de *variedade* estaria associada a diferentes formas de coleta de dados, a diferentes interpretações e representações da realidade e a diferentes tentativas de transformar informação em soluções práticas. A *seleção* refere-se a ações baseadas em determinadas interpretações e conhecimentos que são testadas no mercado, na produção ou na organização interna, por meio de um processo no qual algumas delas se mostram mais eficazes do que outras em

termos de desempenho econômico, eficiência produtiva ou capacidade inovativa. Por fim, a *retenção* refere-se à forma como as soluções bem-sucedidas são incorporadas às rotinas organizacionais, com o conhecimento sendo progressivamente estabilizado em procedimentos, normas e estruturas institucionais.

Em síntese, o ciclo de produção de dados, informação e conhecimento pode ser interpretado como uma infraestrutura microeconômica fundamental para os processos evolucionários. A geração de dados produz variedade; a análise informacional opera mecanismos de seleção preliminar; a internalização assegura retenção do conhecimento; e o mercado realiza a seleção competitiva. Esse ciclo é mediado por instituições educacionais, científicas, empresariais e regulatórias, que condicionam sua eficiência e sua orientação. Sistemas nacionais e regionais de inovação fornecem os suportes organizacionais e normativos necessários à conversão sustentável de informação em capacidade produtiva. Assim, o desempenho econômico de longo prazo depende menos da disponibilidade isolada de recursos informacionais e mais da qualidade dos mecanismos que estruturam esse ciclo.

5. CARACTERÍSTICAS DA INFORMAÇÃO: O PARADOXO DA INFORMAÇÃO EM ARROW

A informação ocupa posição singular no sistema econômico contemporâneo. Embora constitua um insumo fundamental para a coordenação dos mercados, a inovação tecnológica e a tomada de decisões sob incerteza, a especificidade de sua natureza econômica apresenta características que dificultam sua plena mercantilização. Essa tensão estrutural foi formulada de modo clássico por Kenneth Arrow (1962), por meio do chamado “paradoxo da informação”, que evidencia os limites intrínsecos dos mecanismos de mercado na produção e na circulação de conteúdos informacionais. Nessa perspectiva, a informação não é apenas um insumo produtivo entre outros, mas um objeto econômico dotado de propriedades estruturais que tornam sua produção, circulação e apropriação intrinsecamente imperfeitas do ponto de vista do mercado.

5.1. Formulação do paradoxo da informação

Para Arrow, a informação não se ajusta às condições típicas dos bens privados. Ela é, em geral, *não rival* (pode ser usada simultaneamente por vários agentes), tem *excludibilidade imperfeita* (mecanismos de restrição são custosos e incompletos) e apresenta *custos fixos elevados* com *custo marginal de reprodução próximo de zero*, o

que favorece retornos crescentes e estruturas de mercado concentradas. Por isso, aproxima-se de um *bem público impuro* e tende a ser *subofertada* em relação ao nível socialmente desejável, já que os produtores não conseguem se apropriar integralmente dos benefícios gerados para terceiros – uma falha de mercado que se torna mais relevante em economias intensivas em conhecimento.

Nesse contexto, Arrow formulou o paradoxo ao observar que a informação é uma mercadoria peculiar: seu valor só pode ser avaliado após a aquisição. Para que o comprador julgue sua utilidade, é preciso que tenha acesso ao conteúdo; mas, uma vez revelada, a informação deixa de ser escassa e pode ser utilizada sem custos adicionais. Em síntese, para avaliá-la, é preciso conhecê-la e, ao conhecê-la, ela já foi apropriada, o que dificulta a formação de mercados competitivos convencionais.

Esse paradoxo torna estruturalmente problemático o funcionamento de mercados competitivos: ao contrário de um bem físico, a informação só revela seu conteúdo quando usada e, uma vez revelada, deixa de ser escassa. Com isso, a precificação se torna contraditória, pois o comprador não conhece seu valor *ex-ante* e o vendedor perde o controle no momento da divulgação. O resultado é o aumento do incentivo ao comportamento oportunista (apropriação sem pagamento), a redução dos incentivos à oferta e a predominância de formas indiretas de comercialização, por meio de produtos, serviços, consultoria, *softwares* ou relações organizacionais duradouras.

O paradoxo da informação decorre de sua natureza de quase-bem público: combina não rivalidade no consumo com excludibilidade imperfeita, situando-se entre bens privados e bens públicos puros (Samuelson, 1954). Isso gera falhas sistêmicas de mercado, como subinvestimento privado na produção de informação (externalidades) e incentivos à criação artificial de escassez por meio de barreiras jurídicas, tecnológicas e contratuais, com possível perda de eficiência social. Soma-se a isso a indivisibilidade da informação, que dificulta sua venda fracionada sem perda de valor, um problema típico em atividades intensivas em P&D, desenvolvimento tecnológico, consultoria especializada e produção científica.

O paradoxo da informação também tem implicações profundas para a análise da inovação. A inovação é, em grande medida, um processo de produção de novas informações tecnológicas e científicas. Entretanto, devido à dificuldade de apropriabilidade, os incentivos privados à inovação seriam insuficientes na ausência de mecanismos institucionais complementares. Especificamente, Arrow mostrou que, em mercados perfeitamente competitivos, os retornos privados da inovação tenderiam a ser menores do que os retornos sociais, o que levaria ao subinvestimento em pesquisa e desenvolvimento.

Uma resposta institucional clássica ao paradoxo da informação consiste na criação de regimes de propriedade intelectual, como patentes, direitos autorais, marcas e segredos industriais. Patentes, direitos autorais e segredos industriais podem ser interpretados como tentativas de criar artificialmente escassez em um objeto que, por natureza, tende à não escassez. Esses mecanismos buscam transformar temporariamente a informação em um bem excludente, permitindo a apropriação privada de rendas informacionais. Eles não eliminam o paradoxo da informação, mas buscam atenuar seus efeitos econômicos, garantindo incentivos privados à produção de informação e conhecimento codificado.

Do ponto de vista microeconômico, esses regimes visam corrigir falhas de mercado e assegurar incentivos à inovação. Ao garantir monopólios temporários, procura-se viabilizar a recuperação dos custos fixos associados à produção de informação e conhecimento. Contudo, esses mecanismos são sempre imperfeitos e envolvem custos sociais e limitações significativas. Um regime de proteção excessivamente forte pode restringir a difusão do conhecimento e reduzir o ritmo da inovação incremental, enquanto um regime excessivamente fraco pode desestimular investimentos em atividades intensivas em informação, como pesquisa e desenvolvimento.

Assim, a propriedade intelectual representa um compromisso institucional instável, permanentemente alvo de disputas econômicas e políticas. Em contextos de inovação cumulativa, a proteção excessiva pode bloquear processos de recombinação e de aprendizado, reduzindo o dinamismo sistêmico (Merges; Nelson, 1990). Além disso, a eficácia dos direitos de propriedade intelectual varia entre setores e países, refletindo diferenças institucionais, capacidades jurídicas e estruturas produtivas. Em muitos casos, firmas recorrem a estratégias alternativas de apropriabilidade, como a liderança tecnológica, a complexidade sistêmica, os segredos organizacionais e o controle de plataformas.

Diante dos limites dos mercados na coordenação da produção e da circulação da informação, as organizações assumem um papel central como mecanismos alternativos de governança. Firmas, universidades e centros de pesquisa constituem espaços em que os fluxos informacionais são regulados por hierarquias, normas internas e relações de confiança, o que justifica políticas públicas de fomento à ciência e à tecnologia. No interior dessas organizações, a informação pode ser compartilhada sem precificação explícita, reduzindo os custos de transação e os riscos de oportunismo, o que favorece a internalização de atividades intensivas em conhecimento, conforme argumentam Coase (1937) e Williamson (1985).

Na economia digital, o paradoxo da informação assume novas configurações. A digitalização reduz drasticamente os custos de reprodução e difusão, ampliando

os riscos de apropriação não autorizada, ao mesmo tempo que tecnologias de controle reforçam mecanismos de exclusão. Plataformas digitais exploram esse paradoxo por meio de modelos baseados em dados e publicidade, nos quais a informação não é vendida diretamente, mas sim utilizada para gerar receitas indiretas. Nesse contexto, o valor econômico desloca-se do conteúdo informacional para a capacidade de agregação, análise e predição, enquanto algoritmos e modelos de aprendizado de máquina incorporam informação em estruturas opacas, criando novas formas de apropriabilidade baseadas na complexidade técnica e na dependência de dados proprietários.

5.2. Articulação com a perspectiva microeconômica evolucionária

Do ponto de vista evolucionário, o paradoxo da informação indica que ela não pode ser tratada como mercadoria isolada: seu significado econômico torna-se mais estável quando incorporada a estruturas organizacionais que a utilizam continuamente e a convertem em conhecimento. Assim, a firma emerge como solução institucional para os limites do mercado na coordenação de processos informacionais e cognitivos, ao permitir que a informação circule e seja compartilhada por meio de hierarquias, normas, rotinas e incentivos internos, reduzindo problemas de apropriabilidade individual. Ao internalizar sua produção e uso, a organização transforma a informação em conhecimento organizacional – base de capacidades produtivas e de vantagem competitiva. Além disso, redes interorganizacionais, consórcios tecnológicos e parcerias público-privadas configuram formas híbridas de governança, enquanto regimes de apropriabilidade são entendidos como arranjos historicamente construídos e selecionados institucionalmente, que buscam equilibrar difusão e apropriação.

Por outro lado, na microeconomia evolucionária, a inovação não é apenas uma resposta a incentivos de mercado, mas um processo cumulativo de aprendizado, experimentação e construção de capacidades organizacionais. A informação gerada pela inovação alimenta novos ciclos de aprendizado. Assim, o paradoxo da informação ajuda a explicar a recorrência de monopólios temporários e rendas tecnológicas em setores intensivos em conhecimento: não como falhas tradicionais, mas como mecanismos transitórios de apropriabilidade dos ganhos inovativos.

Assim, na perspectiva microeconômica evolucionária, o paradoxo de Arrow não é uma anomalia transitória, mas um traço estrutural da economia do conhecimento: processos cognitivos não podem ser reduzidos a mera transação mercantil. Ele expressa a tensão entre a necessidade social de am-

pla difusão da informação - condição do aprendizado e da inovação - e a necessidade privada de apropriabilidade, que sustenta incentivos à sua produção. Por ocupar uma posição intermediária entre dados e conhecimento, a informação concentra conflitos entre codificação, transmissão, apropriação e aprendizado: é suficientemente codificável para ser transmitida, mas suficientemente não apropriável para escapar ao controle pleno dos mecanismos de mercado.

No plano teórico mais amplo, o paradoxo da informação reforça a crítica à visão estática de eficiência alocativa típica da microeconomia neoclássica. Se a informação não pode ser plenamente mercantilizada e sua produção envolve externalidades inevitáveis, então o critério de eficiência não pode ser definido apenas em termos de alocação ótima de recursos dados. O foco desloca-se para a eficiência dinâmica, isto é, para a capacidade do sistema econômico de gerar, difundir e utilizar novos conhecimentos ao longo do tempo, com o aprendizado, a inovação e a construção de capacidades substituindo o equilíbrio estático como categorias fundamentais. Essa análise prepara diretamente o terreno para a seção seguinte, dedicada ao paradoxo do conhecimento em Polanyi, no qual a impossibilidade de plena codificação do conhecimento aprofunda ainda mais os limites do mercado e reforça o papel das organizações como locais privilegiados da dinâmica cognitiva e econômica.

6. TIPOS DE CONHECIMENTO: O PARADOXO DO CONHECIMENTO EM POLANYI

Se o paradoxo da informação em Arrow evidencia os limites estruturais do mercado na coordenação da produção e da difusão da informação, o paradoxo do conhecimento, formulado por Michael Polanyi (1966), aprofunda essa crítica ao mostrar que uma parcela essencial do conhecimento econômico é, por natureza, impossível de ser plenamente codificada e transmitida por meios formais. A célebre afirmação de Polanyi - *we know more than we can tell* - sintetiza a ideia de que o conhecimento humano excede sempre sua expressão proposicional. Existe, assim, uma dimensão tácita, incorporada à prática, à experiência e à corporeidade do sujeito, que não pode ser reduzida a regras explícitas ou a instruções completamente formalizáveis.

Sob uma perspectiva evolucionária, o paradoxo do conhecimento em Polanyi complementa o da informação em Arrow. Enquanto Arrow mostra que a informação é difícil de vender porque perde seu valor ao ser revelada, Polanyi demonstra que uma parte central do conhecimento sequer pode ser revelada por com-

pleto. Juntos, esses dois paradoxos indicam que a economia baseada em ativos intangíveis opera sob restrições profundas que não podem ser resolvidas apenas por mecanismos de mercado ou por avanços tecnológicos na codificação.

Basicamente, Polanyi demonstra que o conhecimento, mesmo quando associado à informação, não pode ser tratado como um objeto plenamente separável de seus portadores. Nessa perspectiva, o conhecimento não é apenas um “bem” especial; é uma capacidade situada, histórica e incorporada, o que impõe limites ainda mais profundos à lógica de mercado e reforça a centralidade das organizações como estruturas cognitivas. O conhecimento não é apenas um conjunto de conteúdos cognitivos explicitáveis; é uma capacidade prática de agir, perceber, julgar e criar em contextos específicos. Por isso, ele envolve dimensões corporais, perceptivas, sociais e históricas que escapam às tentativas de formalização completa. Essa característica confere ao conhecimento um estatuto econômico singular e explica por que ele se torna o principal fundamento das vantagens competitivas duráveis.

6.1. Conhecimento: tipos e implicações econômicas

A distinção fundamental proposta por Polanyi refere-se à separação entre o conhecimento explícito e o tácito. O conhecimento explícito corresponde à parcela do saber que pode ser formalizada, sistematizada e transmitida por meio de linguagem, códigos, manuais, fórmulas, algoritmos e documentos. Trata-se de um conhecimento relativamente independente de seu portador, passível de armazenamento e circulação em sistemas informacionais. Ele é, em princípio, transmissível por meios relativamente impessoais e pode circular de forma relativamente independente de seus produtores originais. Esse tipo de conhecimento constitui a base da ciência moderna, da engenharia, da padronização industrial e da gestão formal. Sua codificação permite a replicação de processos, a disseminação de técnicas e a coordenação em larga escala, o que é fundamental para a expansão dos sistemas produtivos contemporâneos.

O conhecimento tácito é pessoal, contextual e incorporado à experiência prática. Envolve habilidades motoras e perceptivas, julgamentos intuitivos, esquemas interpretativos e competências acumuladas ao longo do tempo, que não podem ser plenamente articuladas em palavras ou em símbolos. Reconhecer padrões complexos, operar equipamentos sofisticados, conduzir experimentos, coordenar equipes ou interpretar sinais sutis de mercado pressupõe sempre esse componente irredutível. Exemplos clássicos incluem a destreza do artesão, o diagnóstico do médico experiente, o senso estratégico do gestor e a intuição

científica do pesquisador – competências ancoradas em padrões de percepção e ação que escapam à formalização.

Polanyi não concebe o conhecimento tácito como um resíduo vago do conhecimento explícito, mas como uma estrutura cognitiva específica, caracterizada pela relação entre dois níveis: o termo proximal e o termo distal. O termo proximal refere-se aos elementos que o indivíduo utiliza tacitamente em sua atividade cognitiva, sem prestar atenção consciente a eles, como gestos, percepções sensoriais, habilidades motoras ou intuições práticas. O termo distal corresponde ao objeto ou objetivo focal da ação, isto é, aquilo que buscamos compreender, manipular ou transformar.

Por exemplo, ao ler um texto, o leitor reconhece tacitamente letras e palavras (termos proximais) para focar o significado da mensagem (termo distal). Do mesmo modo, um técnico experiente opera instrumentos complexos sem deliberar sobre cada movimento, concentrando-se no resultado. Essa integração implícita entre meios e fins fundamenta a competência prática e mostra por que o conhecimento não se reduz a um conjunto de regras: sua eficácia depende da coordenação tácita entre elementos perceptivos, motores e cognitivos. Economicamente, isso implica que a reprodução do conhecimento exige convivência, imitação e aprendizagem por meio da prática, e não apenas a transmissão de informações.

No ato de conhecer, múltiplos sinais subsidiários são integrados tacitamente em uma compreensão coerente do objeto focal, em um processo que não pode ser plenamente formalizado e depende de treinamento, experiência e imersão prática. Economicamente, isso implica que a execução bem-sucedida de atividades produtivas ou inovativas envolve uma base cognitiva que escapa à descrição completa: mesmo com procedimentos minuciosamente documentados, sua aplicação requer um “saber fazer” adquirido na prática. Por isso, a transferência de tecnologia tende a ser lenta, imperfeita e dependente de interação direta entre agentes.

6.2. O paradoxo do conhecimento

O paradoxo do conhecimento em Polanyi pode ser formulado da seguinte forma: quanto mais se busca codificar o conhecimento, mais se revela a dependência de uma base tácita que sustenta essa codificação. O conhecimento explícito pressupõe sempre uma base tácita que o sustenta e lhe confere significado operacional, pois toda formalização pressupõe capacidades interpretativas prévias, adquiridas por meio da experiência.

Esse paradoxo indica que, conceitualmente, tratar o conhecimento como informação plenamente codificável é insuficiente. Mesmo sistemas sofisticados de

documentação técnica, inteligência artificial e automação dependem de competências humanas e organizacionais que não podem ser especificadas *ex-ante*. Manuais, algoritmos, procedimentos operacionais e modelos científicos só se tornam eficazes quando interpretados por agentes que dominam práticas implícitas; tentar eliminar esse componente tende, paradoxalmente, a enfraquecer a aplicação do conhecimento. Na automação avançada, por exemplo, a aparente objetividade algorítmica repousa sobre camadas de saber prático: sistemas baseados em inteligência artificial dependem de dados rotulados, critérios de validação e decisões humanas que incorporam julgamentos tácitos.

Do ponto de vista microeconômico, o paradoxo limita a mercantilização do conhecimento. Mesmo quando conteúdos explícitos são comercializados, sua plena utilização exige competências tácitas que não podem ser adquiridas de forma instantânea no mercado. Em particular, esse paradoxo explica por que o conhecimento não pode ser plenamente apropriado por meio de direitos de propriedade formais. Patentes, direitos autorais e segredos industriais podem proteger expressões codificadas do conhecimento, mas não sua dimensão tácita. Essa permanece incorporada às pessoas e às organizações, constituindo uma forma de proteção “natural” contra a imitação.

A existência de um componente tácito irredutível no conhecimento tem implicações microeconômicas relevantes. Primeiro, explica a dificuldade estrutural de sua transferência: não se trata apenas de mover informação, mas de viabilizar aprendizado (treinamento, interação face a face, compartilhamento de práticas e imersão organizacional), razão pela qual a difusão tecnológica tende a ser lenta, desigual e dependente de alianças, mobilidade de trabalhadores qualificados e cooperação em P&D. Segundo, esclarece a imperfeição da imitação: observar resultados não basta para reproduzir rotinas sem as competências tácitas correspondentes, o que cria barreiras à entrada e sustenta a heterogeneidade persistente entre firmas. Terceiro, redefine a apropriabilidade: além de instrumentos jurídicos, ela decorre, sobretudo, da incorporação do conhecimento a capacidades organizacionais específicas, em um processo indireto, histórico e cumulativo, difícil de replicar.

6.3. Articulação com a perspectiva microeconômica evolucionária

O conhecimento tácito ocupa posição central nos processos de inovação. Grande parte das inovações emerge de experimentações práticas, tentativas e erros, de combinações criativas de experiências anteriores e de intuições que não podem

ser plenamente antecipadas por modelos formais. Em especial, o paradoxo do conhecimento reforça a ideia de que a vantagem competitiva é construída ao longo do tempo, por meio de processos históricos de aprendizado coletivo, e não pode ser instantaneamente replicada por concorrentes apenas pelo acesso a informações codificadas.

O aprendizado pela prática (*learning by doing*), pelo uso (*learning by using*) e pela interação (*learning by interacting*) são mecanismos típicos de produção de conhecimento tácito (Malerba, 1992). Esses mecanismos explicam por que a inovação é um processo essencialmente local, cumulativo e dependente de contexto. A mesma informação tecnológica pode gerar trajetórias de inovação distintas em diferentes organizações, conforme a base de conhecimento tácito de cada uma. Além disso, o conhecimento tácito reforça a importância das interações sociais. Comunidades de prática, equipes de projeto, redes informais e culturas organizacionais são fundamentais para a transmissão e a consolidação desse tipo de conhecimento. O processo de inovação é, portanto, intrinsecamente coletivo e socialmente enraizado.

Mesmo os processos produtivos aparentemente mais “tecnificados” dependem de bases cognitivas não formalizáveis. A eficiência, a qualidade e a capacidade inovativa das firmas não se explicam apenas pelo acesso a manuais, patentes ou bases de dados, mas pela existência de competências tácitas incorporadas a seus trabalhadores e às suas rotinas organizacionais. Assim o paradoxo do conhecimento em Polanyi complementa e aprofunda o da informação em Arrow. Enquanto Arrow mostra que a informação não pode ser plenamente mercantilizada, Polanyi mostra que o conhecimento não pode sequer ser plenamente codificado. A consequência teórica é clara: quanto mais nos deslocamos de dados para informação e de informação para conhecimento, mais nos afastamos da lógica de mercado e mais nos aproximamos da lógica organizacional e institucional.

O paradoxo do conhecimento, formulado por Polanyi, também revela que o saber economicamente relevante é inseparável da experiência, da prática e do contexto social. Assim, sob a ótica evolucionária, o conhecimento constitui uma forma de complexidade adaptada, construída historicamente por meio de processos de experimentação, seleção e aprendizado coletivo. Sua incorporação em indivíduos, organizações e instituições explica tanto a persistência das diferenças competitivas quanto a dinâmica cumulativa da inovação.

A teoria da criação do conhecimento organizacional, desenvolvida por Nonaka e Takeuchi (1995), oferece interpretação dinâmica da relação entre o conhecimento tácito e o explícito. Segundo os autores, a inovação resulta de processos contínuos de conversão entre essas duas dimensões, sintetizados no denomi-

nado “modelo SECI”. Esse modelo distingue quatro alternativas segundo o tipo de conhecimento e a forma de sua transferência: socialização, externalização, combinação e internalização. A socialização envolve a transmissão direta de conhecimento tácito por meio da convivência e da prática compartilhada. A externalização corresponde à tentativa de transformar parte desse conhecimento em formas explícitas, como modelos, metáforas ou procedimentos. A combinação refere-se à articulação de diferentes conhecimentos explícitos. Por fim, a internalização ocorre quando conhecimentos explícitos são incorporados à prática. Esse modelo evidencia que o conhecimento organizacional emerge de interações contínuas entre indivíduos, grupos e estruturas formais. Assim, a inovação não resulta apenas da acumulação de informações, mas da recombinação criativa de experiências e interpretações.

No plano estrutural dos mercados, a centralidade do conhecimento tácito gera implicações profundas para a dinâmica competitiva. Em primeiro lugar, ela cria barreiras naturais à imitação. Concorrentes podem acessar informações e documentos, mas dificilmente replicam práticas incorporadas e culturas organizacionais. Em segundo lugar, ela reforça a importância da estabilidade organizacional. A rotatividade excessiva de pessoal, a fragmentação de equipes e a descontinuidade institucional tendem a comprometer a acumulação de conhecimento tácito. Em terceiro lugar, ela limita a eficácia dos contratos, pois as dimensões da transmissão de conhecimento e do desempenho esperado não podem ser plenamente especificadas *ex-ante*, o que exige relações baseadas em confiança, reputação e aprendizado mútuo.

No plano sistêmico, o paradoxo de Polanyi reforça a importância das interações sociais na produção do conhecimento. Sistemas nacionais e regionais de inovação (Edquist, 1997; Nelson, 1993; Lundvall, 1992) funcionam como ecossistemas nos quais o conhecimento tácito circula por meio da mobilidade de trabalhadores, de projetos colaborativos, de redes profissionais e de comunidades de prática. Universidades, institutos de pesquisa, empresas e agências públicas constituem ambientes em que a aprendizagem ocorre tanto de maneira formal quanto informal. A proximidade geográfica e institucional facilita a transmissão de saberes implícitos, o que explica a persistência de *clusters* tecnológicos. Desse modo, esses sistemas operam como mecanismos coletivos de retenção e de recombinação cognitiva, sustentando trajetórias de desenvolvimento baseadas em conhecimento.

O paradoxo do conhecimento reforça que a economia é menos um sistema de trocas entre agentes plenamente informados e mais um processo evolucionário de aprendizado coletivo, no qual dados, informação e conhecimento exercem papéis distintos e crescentemente complexos. Essa perspectiva permite interpretar

a dinâmica competitiva como seleção e acumulação de capacidades: sobreviver e crescer depende de produzir, reter e transformar conhecimento. Além disso, o componente tácito contribui para a formação de trajetórias tecnológicas específicas, conectando o debate às transformações associadas às revoluções tecnológicas e à rearticulação entre dados, informação e conhecimento como elementos críticos da dinâmica econômica nos planos micro e macroeconômico.

7. DADOS, INFORMAÇÕES E CONHECIMENTOS: UMA NOTA SOBRE OS IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Uma questão emergente, relativa às relações entre dados, informação e conhecimento decorre da percepção dos impactos do rápido avanço das tecnologias de inteligência artificial (IA), particularmente dos sistemas baseados em processamento massivo de dados, aprendizado de máquina e redes neurais profundas. Evidências sugerem que a IA representa um avanço qualitativo – e potencialmente disruptivo – na automação de processos cognitivos, ampliando a capacidade de gerar, processar e aplicar conhecimento (Agrawal *et al.*, 2019; 2022). A IA distingue-se das tecnologias digitais anteriores porque não se limita a automatizar a execução de tarefas previamente especificadas, mas passa a automatizar – ainda que de forma parcial e probabilística – processos de inferência, classificação, previsão e decisão (Crafts, 2021; Damioli *et al.*, 2025). Isso implica mudança qualitativa na relação entre dados, informação e conhecimento. Os dados deixariam de ser apenas registros do passado e tornam-se insumos diretos para a produção automática de conhecimento operacionalizável, isto é, de modelos que orientam decisões em tempo real.

Os impactos potenciais da IA envolvem três elementos estruturais: (i) a integração massiva de dados; (ii) a capacidade computacional elevada; e (iii) a capacidade de aprender padrões complexos por meio de algoritmos. A interação desses elementos viabilizaria aplicações em larga escala, desde previsão de demanda até diagnóstico médico e automação financeira (Perez, 2024; Jordan, 2019; Varriale *et al.*, 2025). Essas tecnologias ampliam a capacidade dos agentes de processar grandes volumes de informação, reduzindo custos cognitivos e incertezas. Em muitos contextos, decisões passam a ser orientadas por análises automatizadas, deslocando parcialmente o julgamento humano.

Sob a ótica evolucionária, a IA intensifica os mecanismos de variação, acelera processos de seleção e redefine formas de retenção cognitiva, ao permitir a geração e o teste rápido de múltiplas hipóteses, estratégias e configurações,

o que aceleraria os ciclos de inovação e intensificaria a competição baseada em conhecimento.

Em especial, a incorporação da IA transforma profundamente a estrutura de habilidades e competências relacionadas à coleta, curadoria e análise de dados, ao desenvolvimento e à supervisão de modelos algorítmicos e à integração entre sistemas técnicos e processos organizacionais. Ao mesmo tempo, competências tipicamente humanas, como criatividade, empatia, julgamento ético e capacidade de lidar com situações ambíguas, tendem a ganhar relevância, pois são menos suscetíveis à automação. Em especial, a IA intensifica a complementaridade entre conhecimento tácito e conhecimento codificado. Sob a ótica evolucionária, há evidências de que, nesse processo, a racionalidade permaneceria limitada e situada, pois os algoritmos refletem pressupostos implícitos, dados históricos e vieses institucionais.

No tocante ao objeto deste capítulo, cabe indagar se a inteligência artificial representa uma inflexão profunda na relação entre dados, informação e conhecimento. Ela automatiza partes do processo cognitivo, reconfigura a tomada de decisões, transforma rotinas organizacionais e impulsiona novos modelos de negócios. Na discussão desses impactos, seria necessário considerar alguns critérios típicos da abordagem evolucionária, a saber: seu grau de generalidade – em termos da aplicação a múltiplos setores e funções econômicas; sua capacidade de reconfiguração organizacional – no que se refere a rotinas, processos decisórios e estruturas de gestão; seu impacto sobre bases de conhecimento – em especial no sentido de sistemas híbridos humano-máquina; e seu potencial de transformação estrutural – particularmente em termos de padrões de concorrência, modelos de negócios e a divisão do trabalho.

Do ponto de vista evolucionário, a amplitude dos impactos da IA dependeria da sua capacidade de alterar o modo como o sistema econômico integra dados, informações e conhecimentos, de forma a acelerar o aprendizado, a seleção e a retenção de soluções produtivas e organizacionais. Em especial, destaca-se a intervenção de um novo tipo de agente cognitivo: sistemas híbridos, compostos por humanos e algoritmos. Caberia avaliar se essa transformação redefine a natureza da racionalidade econômica, deslocando-a de uma racionalidade exclusivamente humana para uma racionalidade sociotécnica, na qual o conhecimento tácito, a informação codificada e a inteligência artificial interagem de forma dinâmica e cumulativa. Nessa dinâmica, há indícios de que, quanto mais sofisticados se tornam os sistemas algorítmicos, mais relevante se torna a capacidade humana de interpretar seus resultados e de integrá-los a contextos específicos de decisão. Desse modo, a aparente objetividade algorítmica mascara escolhas normativas

e cognitivas incorporadas em seus modelos. A consolidação desses processos dependeria de contextos institucionais, organizacionais e culturais, que condicionam sua difusão e seus efeitos sistêmicos.

8. CONCLUSÕES: DESDOBRAMENTOS PARA UMA PERSPECTIVA MICROECONÔMICA EVOLUCIONÁRIA

Este capítulo construiu uma interpretação integrada de dados, informação e conhecimento, a partir de uma perspectiva microeconômica evolucionária, enfatizando seu papel na dinâmica econômica contemporânea. O argumento central é que essas categorias não são apenas instrumentos técnicos, mas também fundamentos estruturais dessa abordagem: correspondem a níveis qualitativamente distintos da dinâmica cognitiva, com propriedades econômicas e implicações específicas para a produção, a concorrência, a inovação e as instituições. Sua articulação ocorre por meio de um processo histórico e cumulativo de transformação de dados em informação e de informação em conhecimento, realizado por meio do aprendizado individual e organizacional.

Em contraste com a microeconomia neoclássica, que tende a tratar a informação como homogênea e prontamente disponível (apenas como restrição à racionalidade) e o conhecimento como um dado implícito nas funções de produção, a abordagem aqui desenvolvida sustenta que ambos são endógenos à dinâmica econômica. Em particular, enfatiza-se o caráter histórico, cumulativo, situado e institucionalmente condicionado dos processos cognitivos que estruturam a produção, a inovação e a competição: não são meras condições externas de decisão, mas resultados de trajetórias de construção cognitiva e institucional. Assim, a economia deve ser compreendida menos como alocação ótima sob informação imperfeita e mais como um sistema evolutivo de produção e de transformação do conhecimento.

Ao longo das seções anteriores, demonstrou-se que dados, informação e conhecimento constituem categorias analiticamente distintas, embora profundamente interdependentes. Os dados representam registros elementares da realidade, cuja relevância econômica é apenas potencial. A informação emerge da organização e da contextualização desses registros, reduzindo incertezas e orientando decisões. O conhecimento, por sua vez, corresponde à internalização da informação em esquemas de ação, habilidades, rotinas e competências, permitindo adaptação, inovação e transformação estrutural. Essa hierarquia expressa níveis crescentes de complexidade cognitiva e de capacidade adaptativa, compatíveis com a lógica evolucionária de variação, seleção e retenção. Essa diferenciação conceitual sus-

tenta a tese central de que a economia contemporânea é, em sentido profundo, uma economia do conhecimento, e não apenas uma economia da informação. A informação é um elo intermediário necessário, mas insuficiente; o conhecimento é o verdadeiro recurso estratégico que estrutura a dinâmica competitiva.

A análise microeconômica desses ativos revela propriedades que desafiam os mecanismos tradicionais de mercado – como não rivalidade, apropriabilidade imperfeita, cumulatividade e dependência de trajetória –, explicando a recorrência de falhas de mercado e a centralidade das organizações nos processos de aprendizado. Nesse contexto, a eficiência econômica deve ser entendida sobretudo como eficiência dinâmica, isto é, a capacidade de gerar e aplicar conhecimento ao longo do tempo.

O exame do ciclo de produção de dados, informação e conhecimento reforça essa interpretação ao evidenciar que a criação de valor cognitivo resulta de processos recursivos de geração, internalização e aplicação. A inovação emerge desse ciclo como um processo cumulativo de interação entre agentes, e a qualidade dos mecanismos que o estruturam constitui um determinante central do desempenho econômico de longo prazo. Aparentemente, a incorporação das ferramentas de IA tem potencial para acelerar esse ciclo, mas não o altera de forma fundamental.

Do ponto de vista teórico, este capítulo propõe a integração da economia da informação a uma economia evolucionária do conhecimento, na qual a racionalidade é limitada e processual, o conhecimento é historicamente construído e a inovação é um processo coletivo e cumulativo. Nesse enquadramento, a microeconomia deixa de ser uma teoria do equilíbrio e passa a ser uma teoria da mudança.

As implicações analíticas dessa abordagem são relevantes, pois exigem a incorporação da heterogeneidade cognitiva e organizacional nos modelos microeconômicos, maior atenção aos mecanismos institucionais de aprendizado e a análise das relações entre poder informacional, estrutura de mercado e dinâmica inovativa.

No plano das políticas públicas, a perspectiva microeconômica evolucionária sustenta uma concepção ativa de política econômica, fundada na natureza do conhecimento como recurso estratégico e estruturalmente não mercantilizável. O desenvolvimento passa a ser entendido como um processo deliberado de construção de capacidades cognitivas e organizacionais, o que exige políticas de apoio à pesquisa de longo prazo, à difusão de capacidades tecnológicas, à interação entre universidades, empresas e governo e ao fortalecimento dos sistemas educacionais e de inovação. Nesse contexto, a regulação de dados, a governança da inteligência artificial e a política de concorrência tornam-se elementos centrais, sendo a

liberalização de mercados, por si só, insuficiente para sustentar trajetórias duradouras de aprendizado.

Por fim, a abordagem desenvolvida abre uma ampla agenda de pesquisa ao recolocar, à luz das tecnologias digitais avançadas e da inteligência artificial, a relação entre dados, informação e conhecimento. A expansão da capacidade de geração e de processamento de dados não elimina o papel do conhecimento tácito, mas o redefine, mantendo a centralidade das competências humanas e organizacionais na interpretação e aplicação dos resultados. Ao mesmo tempo, emergem novos desafios de apropriabilidade, concentração econômica e poder de mercado associados ao controle de dados e infraestruturas informacionais, o que exige a atualização contínua da perspectiva microeconômica evolucionária.

Em síntese, a economia contemporânea pode ser compreendida como uma economia evolucionária do conhecimento, na qual dados, informação e saber constituem recursos estratégicos, processos sociais e objetos de disputa institucional. A dinâmica econômica passa, assim, pela capacidade das sociedades de organizarem, de forma adaptativa, seus sistemas de produção e de circulação do conhecimento. Ao colocar o conhecimento no centro da análise microeconômica, a abordagem evolucionária oferece um quadro teórico integrado para compreender a economia como um sistema essencialmente cognitivo e em permanente transformação.

REFERÊNCIAS

- ACKOFF, Russell L. From Data to Wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, v. 16, p. 3-9, 1989.
- AGRAWAL, Ajay; GANS, Joshua; GOLDFARB, Avi (Ed.). *The Economics of Artificial Intelligence: An agenda*. National Bureau of Economic Research Conference Report. Chicago: The University of Chicago Press, 2019.
- AGRAWAL, Ajay; GANS, Joshua; GOLDFARB, Avi. *Power and Prediction: The Disruptive Economics of Artificial Intelligence*. Boston; Massachusetts: Harvard Business Review Press, 2022.
- ARROW, Kenneth J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: NELSON, Richard R. (Org.). *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton University Press, p. 609-626, 1962.
- ARTHUR, W. Brian. *The Nature of Technology: What it is and How it Evolves*. New York: Free Press, 2009.
- BARNEY, Jay B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, Thousand Oaks, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BOWKER, Geoffrey C.; STAR, Susan L. *Sorting Things Out: Classification and its Consequences*. Cambridge: MIT Press, 1999.
- COASE, Ronald H. The Nature of the Firm. *Economica*, London, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937.
- CRAFTS, Nicholas. Artificial Intelligence as a General-Purpose Technology: An Historical Perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 37, n. 3, pp. 521-536, 2021.
- DAMIOLI, Giacomo; VAN ROY, Vincent; VERTESY, Daniel; VIVARELLI, Marco. Is Artificial Intelligence Leading to a New Technological Paradigm? *Structural Change and Economic Dynamics*, 72, p. 347-359, 2025.
- DAVID, Paul A. Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, Nashville, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.
- DOSI, Giovanni. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, Pittsburgh, v. 26, n. 3, p. 1.120-1.171, 1988.
- DOSI, Giovanni; NELSON, Richard R. Technical Change and Industrial Dynamics. In: HALL, Bronwyn; ROSENBERG, Nathan (Org.). *Handbook of the Economics of Innovation*. Amsterdam: Elsevier, v. 1, p. 51-127k, 2010.
- EDQUIST, Charles (Org.). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, 1997.

- FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural Crises of Adjustment. In: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERG, Gerald; SOETE, Luc (Org.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, p. 38-66, 1988.
- HAYEK, Friedrich A. The Use of Knowledge in Society. *American Economic Review*, Nashville, v. 35, n. 4, p. 519-530, 1945.
- JORDAN, Michael I. Artificial Intelligence: The Revolution Hasn't Happened Yet, *Harvard Data Science Review*, Issue 1.1, Summer 2019.
- KATZ, Michael L.; SHAPIRO, Carl. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *American Economic Review*, Nashville, v. 75, n. 3, p. 424-440, 1985.
- LIPPMAN, Steven A.; RUMELT, Richard P. Uncertain Imitability. *Bell Journal of Economics*, Santa Monica, v. 13, n. 2, p. 418-438, 1982.
- LUNDVALL, Bengt-Åke (Org.). *National Systems of Innovation*. London: Pinter, 1992.
- MALERBA Franco. Learning by Firms and Incremental Technical Change, *Economic Journal*, 102, 84.559, 1992.
- MERGES, Robert; NELSON, Richard R. On the Complex Economics of Patent Scope. *Columbia Law Review*, New York, v. 90, n. 4, p. 839-916, 1990.
- NELSON, Phillip. Information and Consumer Behavior. *Journal of Political Economy*, 78, p. 311-329, 1970.
- NELSON, Richard R. (Org.). *National Innovation Systems*. New York: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. *The Knowledge-Creating Company*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- PENROSE, Edith. *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford: Blackwell, 1959.
- PEREZ, Carlota What is AI's Place in History. *Project Syndicate*. Mar. 11, 2024.
- POLANYI, Michael. *The Tacit Dimension*. London: Routledge, 1966.
- ROWLEY, Jennifer. The Wisdom Hierarchy. *Journal of Information Science*, London, v. 33, n. 2, p. 163-180, 2007.
- SAMUELSON, Paul A. The Pure Theory of Public Expenditure. *Review of Economics and Statistics*, Cambridge, v. 36, n. 4, p. 387-389, 1954.
- SHANNON, Claude E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, New York, v. 27, p. 379-423; 623-656, 1948.
- SHAPIRO, Carl; VARIAN, Hal R. *Information Rules*. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- SIMON, Herbert A. Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics*, Oxford, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.
- SIMON, Herbert A. Theories of Decision-Making in Economics. *American Economic Review*, Nashville, v. 49, n. 3, p. 253-283, 1959.
- STIGLITZ, Joseph E. Information and Economic Analysis. *Economic Journal*, London, v. 95, n. 3, p. 21-41, 1985.

TEECE, David J. Profiting from Technological Innovation. *Research Policy*, v. 15, n. 6, p. 285-305, 1986.

TEECE, David J. The Foundations of Enterprise Performance: Dynamic and Ordinary Capabilities in an (Economic) Theory of Firms. *Academy of Management Perspectives*, v. 28, n. 4. *Symposium*, Published Online: 25 Mar. 2014.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, Chichester, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

VARIAN, Hal R. Markets for Information Goods. *California Management Review*, Berkeley, v. 41, n. 3, p. 8-23, 1998.

VARRIALE, Vincenzo; CAMMARANO, Antonello; MICHELINO, Francesca; CAPUTO, Mauro. Critical Analysis of the Impact of Artificial Intelligence Integration with Cutting-Edge Technologies for Production Systems. *Journal of Intelligent Manufacturing* 36:61-93, 2025.

WILLIAMSON, Oliver E. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: Free Press, 1985.

Demanda

Bruno Aguiar Carrara de Melo

1. INTRODUÇÃO

Para prever variáveis como preços e quantidades, a teoria neoclássica prioriza o método matemático ao realismo. Considerando um mundo em equilíbrio de agentes racionais e com amplo acesso a informações (*Homo economicus*), decisões individuais são derivadas do método de otimização de funções sujeita a restrições, como a maximização da utilidade com restrição de renda no caso da demanda. Hipóteses de agente representativo¹ e de independência na tomada de decisão permitem que a demanda agregada seja obtida pela mera soma das demandas individuais. Mas conclusões e previsões dependem dos pressupostos adotados. Para aplicar o método, são necessárias várias suposições que restringem a questão econômica a um mundo estático, racional, homogêneo e que tende ao equilíbrio.

Alguns autores neoclássicos – como Lancaster (1966), Stigler e Becker (1977) e Becker (1996) – perceberam tal fragilidade e buscaram aprimorar a teoria econômica do consumo. Em vez de associar diretamente o consumo de bens à utilidade que proporcionam, passou-se a admitir que bens possuem múltiplas características. Bens podem ser combinados de diversas formas para a produção de caracte-

1. É preciso assumir agentes homogêneos ou a existência de uma autoridade central que, diante de mudanças de preços, produza distribuições de renda que evitem diferenças significativas de efeito renda entre consumidores (Mas-Colell *et al.*, 1995).

rísticas que afetam a utilidade. Segundo esses autores, a transformação de bens em utilidade é intermediada pela atividade de consumo, que depende da tecnologia de consumo disponível e de capacidades individuais adquiridas ao longo do tempo por experiências pessoais e sociais. Os bens passam a ser vistos como insumos, e o consumidor como produtor de características que afetam suas utilidades.

Tais modificações representaram avanço no referencial teórico da economia neoclássica. Mas, mesmo percebendo a possibilidade de múltiplas soluções ou de processos explosivos, os autores priorizaram o método de otimização que conduz a solução de equilíbrio e, por isso, tiveram de adotar fortes suposições pouco realistas.

No capitalismo, é comum haver inovações de bens e de serviços de consumo que ampliam as possibilidades de combinação para satisfação de desejos. Além disso, consumidores são exploradores, descobrindo formas inovadoras de utilização. Tais inovações no consumo podem produzir mudanças qualitativas, como ocorre com as inovações tecnológicas no arcabouço teórico schumpeteriano (Metcalf, 1998; Qaoumi *et al.* 2018).

Em um contexto de frequentes mudanças, a incerteza é inerente, impedindo soluções ótimas. Tais mudanças podem ocorrer tanto pela introdução de novos bens e serviços (tecnologia produtiva) quanto pelo surgimento de novas atividades que permitem a satisfação de desejos através da transformação de insumos e instrumentos (tecnologia de consumo). O processo iterativo² e interativo³ de tomada de decisões conduz à evolução do consumo e da estrutura do mercado.

Análises do consumo de autores evolucionários, como as de Earl e Potts (2004), Langlois e Cosgel (1996), Witt (2001, 2011) e Nelson (2013), assim como os modelos evolucionários de consumo, como os de Aversì, Dosi *et al.* (1999), Metcalfe (1998) e Nelson e Consoli (2010), adotam a visão de consumidor ativo e adaptativo, que precisa decidir formas satisfatórias de consumo para atender a desejos considerando restrições de renda e de tempo e o comportamento de outros agentes.

Mas, ao contrário da nova teoria do consumidor neoclássica, nas abordagens evolucionárias são admitidas mudanças frequentes, agentes heterogêneos, racionalidade limitada, criatividade, aprendizado, interações sociais e ambiente de incerteza para tomada de decisão que resultam em estratégias variadas. A dinâmica conduz à construção de conhecimento de consumo e à endogeneidade de preferências.

2. Recursivo, ou seja, repetição sucessiva em que o resultado de uma etapa consiste em entrada para a seguinte.

3. Sujeito a influências recíprocas entre agentes e grupos.

Portanto, é preciso investigar como a demanda se comporta em um mundo em evolução, com frequentes novidades, incertezas e adaptações mútuas. Como os consumidores tomam decisões de compra com as informações disponíveis? Como influências impactam decisões e possibilitam movimentos sincronizados? Como explicar modas e saltos repentinos da demanda agregada? Como processos coevolutivos entre oferta e demanda produzem dinâmicas fora do equilíbrio?

Este capítulo tem como objetivo rever os microfundamentos da demanda em perspectiva evolucionária para avaliar como agentes consumidores de fato tomam decisões, levando em conta suas limitações (de acesso a informações, de cognição e de tempo), as influências do ambiente em que se encontram e as interações entre agentes. Também busca-se avaliar a agregação da demanda (macro) de forma mais realista, adotando conceitos de sistemas complexos.

Afinal, se todos agissem da mesma forma, como pela maximização de utilidade, a agregação da demanda seria direta, pela mera soma das partes. Mesmo que se considerem diversidade de agentes, de acesso a informação e de estratégias, mas assuma distribuição normal e independência tomada de decisão, o todo seria relativamente estável, como na lei dos grandes números.

Mas o resultado agregado (macro) se comporta de forma bem diversa caso se admita diversidade dos agentes e de desejos, de acesso e processamento de informações, múltiplas possibilidades de ação e influências na tomada de decisão. Nesse caso, a agregação do micro para o macro não é direta, mas depende de como os consumidores se organizam em grupos (meso). A estrutura de relações importa para o resultado agregado que comporta evolução, não linearidades (saltos abruptos), modas, movimentos de manada e nichos.

Para demonstrar a necessidade de adotar um paradigma teórico evolucionário em vez de um modelo baseado em equilíbrio, a seção 2 traz uma breve análise histórica do consumo nos Estados Unidos da América (EUA) desde 1870 em que fica evidente que a economia se transforma à medida que cresce.

As demais seções buscam sistematizar processos evolucionários associados ao comportamento do consumidor em termos de sequências recursivas que envolvem motivação, decisão, experiência, seleção e formação de hábitos. E como influências produzem alinhamentos e sincronizações comportamentais que resultam em padrões agregados dinâmicos que dependem da estrutura de relações no sistema.

Como base para uma análise microfundamentada da demanda, a seção 3 apresenta uma visão de agentes consumidores que considera limites de racionalidade, aprendizado e influências na tomada de decisão.

A seção 4 avalia como influências sobre decisões individuais geram correlação comportamental associada à formação de grupos e a movimentos sincronizados que conferem características de sistemas complexos na economia.

A seção 5 discute motivações de consumo, formas de tomada de decisão e avaliações de experiências em uma abordagem evolutiva.

No que se refere à agregação da demanda, a seção 6 destaca processos de auto-organização,⁴ devido à interação repetida, que resultam na emergência de grupos e de regras. Também discute momentos de criticalidade, caracterizados por alta volatilidade e transformações.

Este capítulo é derivado da dissertação *Elementos evolucionários para uma teoria da demanda* (Carrara, 2019),⁵ orientada por Eduardo Albuquerque e Leonardo Ribeiro.

2. BREVE ANÁLISE HISTÓRICA DA COEVOLUÇÃO DA DEMANDA

A história do capitalismo nos Estados Unidos – tendo como referência principal o livro *The Rise and Fall of American Growth – The US Standard of Living since the Civil War* de Robert J. Gordon (2016) – evidencia a inadequação da hipótese de equilíbrio para a análise econômica de longo prazo ou em tempos de transformações.

Nos Estados Unidos, até 1870, devido à dispersão das famílias em áreas rurais e às dificuldades de deslocamento, poucos eram os artigos obtidos no mercado, como ferramentas, utensílios domésticos, aviamentos, roupas masculinas e remédios. Lojas exerciam monopólios locais na comercialização dessas poucas mercadorias, sendo que compras exigiam muito tempo para separação, pesagem e negociação.

As inovações tecnológicas e organizacionais nas esferas produtiva, de comunicação e de transporte das Revoluções Industriais evidenciaram a circularidade entre extensão de mercado e divisão do trabalho (Smith, 1985 [1776]). O ganho de produtividade possibilitado pelas inovações poderia levar a crises de superprodução caso não houvesse coevolução da demanda. Mas, com o crescimento da produção e da renda, novos desejos induziram maior qualidade, diferenciação e novos setores (Metcalf, 1998; Saviotti; Pyka, 2017).

4. Processo descentralizado devido à interação entre agentes que produz padrões emergentes em diferentes níveis de organização, resultando em diferenças qualitativas e não apenas quantitativas no sistema.

5. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30588>>.

A maior produtividade do trabalho, devido à intensificação da divisão de trabalho e da mecanização, repercutiu em crescimento da renda, aumentando o custo de oportunidade de atividades voltadas ao consumo. Para que fosse possível se dedicar a atividades produtivas, mercadorias e serviços que poupassem tempo – como alimentos industrializados – passaram a ser mais atrativos.

As ferrovias e o telégrafo deram impulso ao mercado de *commodities*, em especial de produtos agrícolas como trigo e milho. Para reduzir custos e ampliar o fluxo comercial, atacadistas padronizaram medidas, sistematizaram processos e difundiram o pagamento em dinheiro, simplificando a pesagem, a inspeção e a negociação (Chandler, 1999 [1977]).

Posteriormente, essas práticas foram adotadas no comércio de bens de consumo tradicionais, como produtos secos, ferragens, remédios e mantimentos, com atacadistas eliminando intermediários para abastecer comerciantes locais. Por estabelecerem muitas conexões, atacadistas assumiram posição central, passando a exercer grande influência nas relações econômicas. Atacadistas passaram a encomendar de produtores segundo critérios padronizados, estabelecendo marcas próprias. Com essas práticas, houve transformação no comércio, com alto giro de mercadorias, baixos preços e grandes volumes.

Em um contexto de crescente urbanização, surgiram empresas varejistas inspiradas em práticas atacadistas que internalizaram atividades desde a negociação com os fornecedores até a venda ao consumidor final: lojas de departamento, empresas de catálogo postal e cadeias de lojas. Pela redução de intermediários e pelos ganhos de escala, foi possível praticar preços mais baixos e explorar mercados de massa. Incapazes de concorrer com o novo modelo, o comércio e as instituições tradicionais se desestabilizaram.

Novas instituições adaptadas ao novo contexto contavam com mecanismos que mediavam relações entre fornecedores e consumidores, como: transações utilizando dinheiro; preço fixo em vez de negociado; padrões de pesos e de medidas; especificações de qualidade mínima; entrega postal com garantia de devolução em caso de insatisfação; exposição de produtos em lojas de departamento para livre inspeção e avaliação; e estabelecimento de marcas como sinal de qualidade.

Houve uma inflexão na economia estadunidense na Segunda Guerra Mundial, quando ganhos de produtividade sem precedentes foram atingidos pela associação entre injeção de capital, inovações técnicas e forte mobilização de trabalhadores, tanto na fase de fornecimento aos aliados quanto durante o envolvimento direto. Fábricas foram convertidas para o esforço bélico e houve imposição de restrições ao consumo. Mas, após o término da guerra com a vitória dos Aliados,

a poupança familiar acumulada e a campanha de que consumir era um ato patriótico permitiram absorver a produção das fábricas reconvertidas.

Meios de comunicação de massa – como rádio, cinema e, mais tarde, TV – uniformizaram a informação e concentraram a atenção da população. Os esforços de guerra em resposta à ameaça externa produziram sentimento de unidade nacional e comportamentos de conformidade, com efeitos tanto na produção quanto no consumo. Houve alinhamento de crenças e de desejos, assim como de padrões de vida admirados e imitados. Tal alinhamento, associado às inovações tecnológicas e gerenciais do lado da oferta, conduziu à produção e consumo de massa, com forte impacto social.

A melhoria da qualidade de vida do trabalhador, com mecanismos de proteção social, serviços em rede e eletrodomésticos, liberou mulheres de pesados serviços e contribuiu para sua emancipação. Com o crescimento da renda, os interesses de consumo se ampliaram e diversificaram. Novos desejos conduziram o surgimento de setores e atividades de consumo.

Progressivamente, efeitos de refinamento e de deslocamento levaram à especialização e à segmentação de consumo. Grupos passaram a se segregar de acordo com características similares (renda, educação, etnia), refletida na suburbanização. A convivência com semelhantes induziu a concorrência por posição relativa no *ranking* local e ampliou o consumo de bens posicionais associados ao *status*. A não saciedade desse tipo de consumo contribuiu para a absorção da crescente oferta de bens e serviços. A propagação pela mídia de massa de estilos de vida de estrelas e de ricos esbanjadores produziu, pelo efeito demonstração, imitação por indivíduos de outros grupos. A associação do sucesso ao consumo material conduziu ao consumismo.

O surgimento da TV a cabo – e, posteriormente, da internet, do *smartphone* e de redes sociais – reduziu a influência da mídia de massa e segmentou a estrutura de rede de influências. A multiplicação de fontes de informações levou à pulverização de preferências. Como a internet e as redes sociais são mecanismos de comunicação de duas vias que permitem tanto a busca ativa quanto o recebimento e processamento de *feedbacks*, houve reforço de identidades de comunidades, que intensificou a segregação em grupos com membros semelhantes. Grupos com visões alternativas isolaram-se, resultando em bolhas de conhecimento, crenças, desejos, símbolos e preferências.

Com a redução dos custos de transporte e de comunicação a longa distância, o aspecto local perdeu relevância. Economias de rede permitiram concentração na intermediação de *e-commerce* e no fornecimento de produtos virtuais – como apli-

cativos, jogos, músicas e vídeos – com poucas plataformas dominando mercados e explorando diversos nichos.

Portanto, em vez de assumir equilíbrio, a história exige uma análise evolutiva, considerando mudanças e adaptações. Inovações tecnológicas e gerenciais no setor produtivo permitiram saltos de produtividade, levando a maior disponibilidade de bens e de serviços e crescimento de renda das famílias. Transformações do lado da oferta impactaram a sociedade, tanto em termos de tamanho da população como nas relações sociais. Por sua vez, a evolução de estruturas sociais afetou a demanda e influenciou inovações. Efeitos circulares e cumulativos que exigiam adaptações resultam em mudanças não apenas quantitativas, mas também qualitativas, como na expressão *more is different* de Anderson (1972).

3. CONSUMIDORES (AGENTES)

Uma análise microfundamentada da demanda exige rever as características do elemento básico do sistema econômico. Em vez de agentes racionais que buscam otimizar funções de utilidade sujeitas a restrições, é preciso admitir que consumidores possuem racionalidade limitada (Simon, 1955; 1972; 1978; 1986; 1990). E que são dotados de capacidades de inventividade e de aprendizado para realizar escolhas satisfatórias em um contexto de incerteza devido a frequentes mudanças. Ainda é preciso considerar que consumidores estão imersos em um ambiente social, o que invalida a hipótese neoclássica de independência na tomada de decisão.

Segundo Herbert Simon (1990), devido às restrições de velocidade e de poder computacional que impõem limites à racionalidade, indivíduos usam métodos aproximados para lidar com suas tarefas. Como a racionalidade plena é raramente disponível, é preciso adotar uma teoria de processos do agente e descrever o ambiente ao qual este deve se adaptar. Simon propôs uma definição de racionalidade que leva em conta a situação específica em que o agente se encontra, constituindo assim uma adaptação racional ao ambiente de escolha. Assim, o comportamento racional humano é moldado por uma tesoura cujas duas lâminas são a estrutura do ambiente e a capacidade computacional do agente.

O processo de tomada de decisão com racionalidade limitada é representado pelo conceito *satisficing*⁶ de Simon, que consiste em escolha a partir de um conjunto de alternativas encontradas sequencialmente, quando o agente não conhece muito sobre as possibilidades. Nessa situação, pode não haver solução ótima sobre quando parar a busca por novas alternativas. A satisfação toma o atalho de definir

6. *Satisficing* é uma combinação dos termos satisfação e suficiente (Gigerenzer; Todd, 1999).

um nível de aspiração e de encerrar a busca por alternativas assim que esse nível seja alcançado. Ou, caso se perceba inviável diante das possibilidades levantadas, o nível de aspiração pode ser ajustado. Não é preciso descobrir ou supor todas as opções ou consequências futuras da escolha, como requer a otimização com restrições (Gigerenzer; Todd, 1999).

Consumidores se afastam ainda mais da hipótese de racionalidade do que firmas, que, devido à divisão de trabalho, contam com profissionais e departamentos especializados (Langlois; Cosgel, 1993). Consumidores são indivíduos com multiplicidade de interesses e desejos, que não se especializam no consumo de artigos específicos e precisam fazer escolhas. O papel de consumidor é apenas um entre tantos a serem desempenhados. Em muitos casos, a relevância da compra em relação à renda e à vida como um todo é pequena, reduzindo a dedicação para a atividade de consumo (Valente, 2012).

O grau de esforço para chegar a uma decisão tem relação com a relevância da compra em termos de comprometimento orçamentário e com o custo de arrependimento de decisões. O método de tomada de decisão não é o mesmo para uma compra corriqueira de um bem barato, como um lanche, e para outra compra esporádica de um produto caro, como uma casa própria, um carro ou um computador.

Ao adotar a abordagem evolucionária no consumo familiar, considera-se que agentes com limitação de recursos (renda, tempo, informação, atenção, cognição) tomam decisões baseadas em artifícios que poupam esforços, como buscas com heurísticas simples e flexíveis,⁷ e que conduzem a soluções satisfatórias, em vez de ótimas.

O uso de heurísticas não conduz necessariamente a resultados inferiores,⁸ mas, se adaptadas ao contexto, leva a decisões satisfatórias. Em alguns casos de grande complexidade e incerteza, heurísticas simples que poupam esforços e desconsideram parte da informação podem até superar procedimentos elaborados e exigentes em termos computacionais (Gigerenzer; Todd, 1999). Mas, em caso de inadequação ao contexto, heurísticas podem levar a erros e a arrependimentos. Portanto, a seleção da heurística adaptada ao contexto é determinante para uma escolha adequada, o que tem relação com o grau de experiência com situações semelhantes e com capacidades individuais. Experiências de consumo, próprias e

7. São exemplos de heurísticas de consumo: comprar o mais barato; comprar de determinada marca; comprar o que outros comprem (imitação); comprar novamente se a experiência anterior foi boa; buscar informações, processar e comprar a avaliada como melhor (busca).

8. Como alertaram autores da economia comportamental, o uso de heurísticas pode estar associado a vieses de cognição e escolhas inferiores.

de outros, guiam decisões futuras, permitindo adaptação e disseminação de certas estratégias.

Consumidores se diferenciam não apenas quanto à disponibilidade de recursos (especialmente renda e tempo), mas também por atributos relacionados a capacidades (conhecimentos, experiências e habilidades) para satisfação de desejos (Langlois; Cosgel, 1996). A análise do consumo exige admitir diversidade de características, de interesses, de pautas de consumo, de estratégias e de relações entre agentes. Requer também que o contexto é relevante para a tomada de decisões. Afinal, diante de alternativas, o comportamento não é estático ou inteiramente previsível, mas está sujeito a contingências locais e temporais. Ou seja, também há heterogeneidade entre os consumidores quanto às suas capacidades e ao contexto em que tomam suas decisões.

Outro aspecto a considerar é que consumidores mudam, não apenas pelo aprendizado, mas também devido à passagem do tempo e às fases da vida (infância, adolescência, idade adulta, velhice) que afetam a estrutura familiar, relações sociais, desejos e preferências (Saviotti, 2001). Isso faz com que consumidores enfrentem situações novas, sem que o conhecimento adquirido tenha muita valia (Earl, 1998; Nelson, 2013).

Em suma, a abordagem evolucionária considera o consumidor como um agente ativo e adaptativo, que aprende com as experiências e que responde às inovações de bens e serviços não de forma passiva, mas com criatividade, imaginação e explorando progressivamente diversas possibilidades, mesmo algumas não aventadas pelos produtores.

Como há múltiplas possibilidades de ação para satisfazer um desejo, a estratégia adotada depende do contexto, que inclui as informações disponíveis, o foco de atenção e as relações com outros agentes. A próxima seção trata das influências que geram correlação comportamental associada a alinhamentos em grupos, disseminação de novidades e efeitos de manada.

4. INFLUÊNCIAS (RELAÇÕES)

As decisões de consumo estão imersas em ambientes marcados pela interação com outros agentes que influenciam escolhas. Portanto, uma teoria que assuma independência na tomada de decisões limita a compreensão da demanda.

As relações são importantes não apenas devido à influência na tomada de decisão dos agentes, mas também porque ações e reações dos agentes, em diferentes níveis de organização, afetam o ambiente. Tal processo interativo e iterativo

pode resultar em complexidade,⁹ não linearidades e mudanças qualitativas em vez de equilíbrio estável. Assim, é preciso considerar como comportamentos individuais reagem ao padrão que eles criam em conjunto e como esse padrão se altera ao longo do tempo (Arthur, 2015).

Entre as influências na decisão de consumo de indivíduos, destacam-se as provenientes de suas relações sociais e as de fornecedores.

4.1. Influências sociais

Quando é preciso resolver um problema e falta conhecimento especializado, ou em um ambiente de incerteza, agentes podem realizar esforços próprios para elaborar sua opinião. Mas também podem fazer uso do aprendizado dos outros, seja pela imitação ou através do aprendizado cognitivo (Earl; Potts, 2004).

Saviotti (2001) destacou o caráter local do conhecimento e da aprendizagem que faz com que indivíduos e organizações aprendam mais facilmente conhecimentos similares aos que já possuem do que os inteiramente novos. A localidade do conhecimento advém da estrutura de rede social, já que as conexões são mais numerosas, intensas e frequentes entre indivíduos do grupo, fazendo com que os integrantes se assemelhem.

Mas, apesar de interações sociais com pessoas muito próximas serem mais fortes e frequentes, há certa redundância no conhecimento. Já laços fracos, como entre conhecidos em vez de amigos, permitem o acesso a informações mais diversificadas e a mais oportunidades para ampliação do leque de escolhas (Smith-Doerr; Powell, 2005).

Assim, a estrutura de relações e a posição do indivíduo na rede adquirem grande importância, especialmente quando o valor da informação não é facilmente verificável (Powell, 1990).

Ainda é preciso considerar influências coletivas no consumo. Certos tipos de consumo são mais desejáveis se puderem ser compartilhados com o grupo de pares. Já outros tipos de consumo são vantajosos se permitirem que o consumidor se sobressaia em seu grupo ou se sinalizarem diferenciação de outros grupos tidos como inferiores (Cowan *et al.*, 1997; 2004).

Há diferentes níveis de organização: família; vizinhança; colegas de trabalho ou de estudo; amigos; igrejas; partidos políticos; times; clubes associativos; etnias;

9. A complexidade ocorre quando muitas partes interagem de forma intrincada, havendo organização diferente em diversas escalas de observação. Assim, dadas as propriedades das partes e as leis que definem suas interações, não é trivial inferir as propriedades do sistema (Simon, 1962).

origem regional e nacionalidades (que compartilham línguas, culturas e heranças), entre outros. Esses grupos possuem diferentes tamanhos, regras relacionais, assim como variados graus e formas de lidar com outros grupos. Como conhecimentos e experiências dos indivíduos dependem dos grupos a que pertencem, a influência social resulta em endogeneidade e complexidade no consumo.

4.2. Influências de fornecedores

Na relação entre produtor e consumidor, há importantes assimetrias. Produtores geralmente são firmas, organizações com divisão de trabalho e especialização. No caso de negociação direta, o produtor sabe o custo de produção e qual será a margem de lucro para cada nível de preço. Já consumidores são menos comprometidos e especialistas na tomada de decisão do que os produtores. Por ignorarem o processo produtivo, muitas vezes eles são incapazes de avaliar se o preço é justo, especialmente em casos de compras esporádicas. Mas, por outro lado, são os consumidores que avaliam o quanto estão dispostos a pagar diante das alternativas conhecidas. Como cada tipo de agente possui conhecimentos diversos, a transação exige a coordenação, semelhante à realizada por um tradutor na comunicação entre pessoas que falam línguas diferentes (Langlois; Cosgel, 1996; Valente, 2012).

A forma como ocorre essa coordenação pode ser determinante para a apropriação dos benefícios da troca. Em alguns casos, é o produtor que se aproxima do consumidor, internalizando a função de tradução em campanhas de *marketing*. Consumidores também podem se aproximar de produtores, como é o caso de afiliados que exploram características de produtos. Os limites entre produtores e consumidores, isto é, qual agente internaliza as funções de tradução, depende essencialmente da distribuição de capacidades na economia, que muda com o aprendizado e quando ocorrem inovações (Langlois; Cosgel, 1996).

Consumidores também fazem uso de algumas estratégias para estabelecer confiança na relação com fornecedores de forma a converter incerteza em risco gerenciável, especialmente em caso de compras de bens caros ou potencialmente danosos, adotando interação repetida, busca por indicação de fornecedores e consultas a agências de monitoramento (Zelizer, 2005).

Para viabilizar a transação, também é possível empregar intermediações por terceiros ou por mecanismos. Uma forma institucionalizada de tradução é a emergência de padrões comuns. Mas, muitas vezes, a intermediação é feita por terceiros que atuam como consultores de compras. Tais consultores precisam conhecer

tanto sobre desejos e capacidades de consumidores quanto sobre características de produtos e processos produtivos de fornecedores (Langlois; Cosgel, 1996).

Um tipo de agente tem exercido essa função de tradução entre produtores e consumidores: o comerciante. Para levarem boas opções de compras a consumidores, de forma a reduzir o tempo de giro de mercadorias, comerciantes devem pesquisar as alternativas de fornecedores disponíveis, conhecer seus processos e avaliar a qualidade de seus produtos. A especialização da função possibilitada pela maior escala de compra permite superar parte da assimetria de informação com o produtor. Por outro lado, o comerciante disponibiliza ao consumidor diferentes opções de produtos, sendo capaz de avaliar a atratividade de cada um.

Ao atuar como intermediário, o comerciante pode induzir mudanças tanto de produtores quanto de consumidores. Pode encomendar produtos e sugerir adaptações de características para melhor atender consumidores, traduzindo desejos e preferências de consumidores a produtores. Também pode induzir escolhas de consumo, tanto pela atuação de vendedores especializados, traduzindo custos e qualidades de produtos a consumidores, quanto por moldar ambientes de compra (*framing*).

Dada a interdependência com fatores sociais, propagandas exercem grande influência no consumo por sugerir temas, concentrar a atenção e pelo efeito de disseminação através da dinâmica social. Como forma de chamar a atenção e de influenciar a percepção e a interpretação, muitas propagandas fazem uso de narrativas e associações de consumo a estilos de vida desejáveis, em vez de se limitarem a descrever os atributos do bem, criando, assim, aspectos simbólicos (Akerlof; Shiller, 2016; Witt, 2010).

Cabe destacar que a rede de relações econômicas entre consumidores e fornecedores e a rede de relações sociais entre consumidores são interdependentes, exercendo influências recíprocas. De um lado, as relações sociais afetam a difusão de conhecimento, de símbolos e de desejos que influenciam o consumo. Por outro lado, através de propagandas e de configurações de estruturas de venda, fornecedores podem chamar atenção e moldar percepções e desejos.

5. PROCESSOS RECURSIVOS E INTERATIVOS

Tendo discutido os agentes consumidores e as influências para tomada de decisão, cabe avaliar como ocorre o processo evolutivo do consumo no sistema econômico capitalista. Afinal, em vez de descrever características de determinado estado, a análise de sistemas complexos coloca ênfase no processo de formação. Ao considerar o caráter dinâmico, o tempo ganha relevância, assim como a trajetória

evolutiva. Os estados do sistema não são estacionários, mas resultantes da interação entre agentes ao longo da trajetória, levando em conta todo o tempo passado. Assim, os estados são dependentes de caminho e não resultantes de processos de otimização ou mesmo de algum propósito ou objetivo (teleologia) (Simon, 1962).

Os processos de consumo são recursivos e interativos, resultando em evolução com mudança estrutural, em sequências repetidas que envolvem: motivações do consumo (para quê?); estratégias para tomada de decisão (como?); e a avaliação após experiência, com seleção e retenção de estratégias bem-sucedidas ou modificação, em caso de insatisfação, o que amplia a variedade no sistema. Essas questões são avaliadas a seguir.

5.1. Motivações do consumo

A depender das motivações de atividade de consumo, diferentes aspectos afetam comportamentos de consumidores e de grupos, assim como os resultados agregados. O consumo pode ser motivado por desejos básicos, desejos adquiridos ou sinalização social.

5.1.1. Desejos básicos (necessidades)

Uma das primeiras tentativas de avaliar empiricamente os padrões de consumo de famílias de baixa renda foi empreendida por Ernest Engel no final do século XIX. Em vez de estudar diretamente o consumo de bens e serviços, esses foram classificados de acordo com as necessidades a que serviam. Engel estabeleceu uma hierarquia de necessidades, em que aquelas associadas ao sustento físico (nutrição, vestuário, habitação, aquecimento/iluminação e saúde/recreação) tinham prioridade sobre outras (educação intelectual, segurança pública, ferramentas para trabalho e serviços pessoais). Em caso de redução de renda, famílias tendiam a sacrificar necessidades de ordem secundária para satisfazer as mais básicas.

A Lei de Engel é baseada na observação de que o peso do gasto associado à necessidade de nutrição aumenta quando a renda familiar cai. Mas, à medida que as famílias prosperam, a parcela de renda destinada a outras necessidades aumenta, produzindo diversificação do consumo. As necessidades básicas seriam fixas e universais a todos os humanos devido à evolução biológica (Chai; Moneta, 2012).

Para Witt (2001; 2011), o consumo associado a necessidades tem relação com o estado de privação do consumidor, sendo saciável com o consumo e havendo renovação da motivação com o passar do tempo, como ocorre com a alimentação. Alguns desejos básicos são satisfeitos pelo consumo de bens no sentido literal, como insumos (*direct inputs*). Mas há outros desejos básicos, como manutenção da

temperatura corporal, que exigem a utilização de instrumentos (*indirect inputs*), como roupas e moradia.

A renovação periódica da motivação possibilita que decisões de consumo sejam recorrentes e façam uso de experiências e aprendizado segundo tentativas e erros, em especial de insumos ou mesmo instrumentos baratos. Mas, devido à saciedade, se desejos básicos fossem a única motivação para o consumo, aumentos de produtividade poderiam resultar em crises de superprodução, já que a demanda não absorveria a maior oferta.

5.1.2. Desejos adquiridos

Mas também há desejos que podem ser aprendidos (Witt, 2001). Como desejos adquiridos têm relação com aprendizado associativo, devido a estímulos de reforço de acordo com a experiência, pode haver diferenças entre indivíduos, entre grupos e ao longo do tempo.

Exposições a experiências agradáveis, influências sociais e *marketing* contribuem para a aquisição de novos desejos e mesmo refinamento de desejos já existentes, como ocorre com o conforto. A ampliação da exigência mínima de conforto impõe resistência ao retorno a uma condição considerada adequada no passado. O acesso permanente a informações e a amigos em tempo real é um exemplo de desejo adquirido que faz com que não admitamos ficar sem *smartphone* e internet, apesar de isso não ser imaginado até pouco tempo atrás.

Desejos adquiridos, por estarem associados a vários desejos básicos não saciados concomitantemente, podem ser mantidos com alta intensidade por muito tempo, evitando a saturação do consumo. Com o crescimento econômico, pode haver aumento e diversificação de desejos adquiridos, dada a variedade de estímulos de reforço aos quais consumidores podem estar expostos e, em especial, aos reforçadores universais como dinheiro, poder e atenção pública (Witt, 2001).

A oferta de bens e serviços pode influenciar a motivação de consumo. Por outro lado, novos desejos de consumo podem influenciar a oferta tanto em termos de disposição a trabalhar quanto no direcionamento de inovações, inclusive levando ao surgimento de setores que exploram novos desejos. Assim, ocorre influência mútua entre oferta e demanda, sustentando o crescimento econômico e a evolução do mercado (Chai; Moneta, 2012; Metcalfe, 1998; Saviotti, 2001; Saviotti; Pyka, 2017; Witt, 2001).

5.1.3. Sinalização social

Além de buscar satisfazer desejos materiais, há consumo simbólico motivado pela sinalização social em busca de reconhecimento, distinção ou identificação

com grupos. Isso faz do consumo uma atividade socialmente contingente, pois a sinalização exige coordenação sobre quais são os símbolos válidos e aprovados (Witt, 2010; 2011).

No caso de consumo simbólico, as características tecnológicas de bens e serviços tornam-se secundárias e o que importa é a concordância social da capacidade de funcionarem como símbolos reconhecidos. Apesar de também ter relação com as características intrínsecas dos bens e serviços, como visibilidade ou escassez, tal capacidade é resultante de processos espontâneos de acordos sociais tácitos entre os membros de grupos ou da sociedade para a aceitação como símbolo reconhecido. Ou seja, trata-se de um problema de convenção social (Witt, 2010).

A adição de características simbólicas em produtos possibilita a dissociação entre preços e custos e, conseqüentemente, ampliação de margens de lucro de produtores e comerciantes. Assim, há propagandas que, em vez de focar nos atributos físicos dos produtos, constroem narrativas que associam consumos a estilos de vida admirados. Scherer e Ross (1990) chamam atenção para a superioridade imaginária que uma marca pode invocar na mente do consumidor, fazendo-o pagar mais sem avaliação cuidadosa.

O consumo simbólico produz efeitos sociais que se relacionam com a formação de grupos e a posição relativa do indivíduo no grupo. O posicionamento social pode conferir vantagens em termos de tratamento diferenciado e de oportunidades – como em educação, emprego, casamento, promoções salariais e vínculos sociais – que dependem do *status* social que influencia a renda pessoal. Tem-se, assim, circularidade no consumo devido à interação entre os sistemas econômico e social através do consumo simbólico, que impacta a oferta de trabalho, a distribuição de renda, a mobilidade social, a poupança e o investimento e até mesmo o desenvolvimento econômico (Frank, 1985; 2005; Heffetz; Frank, 2011; Hopkins; Kornienko, 2004; Postlewaite, 1998; Weiss; Fershtman, 1998; Witt, 2010; 2011).

O consumo de bens observáveis pode servir para sinalizar: 1) identidade, pertencimento ao grupo, lealdade e concordância, em caso de consumo de conformidade; 2) divergência, diferenciação e identidade própria, em caso de consumo de não conformidade; 3) renda, distinção e vantagem relativa, em caso de consumo conspícuo¹⁰ (Frank 1985; Heffetz; Frank, 2011; Hopkins; Kornienko, 2004; Weiss; Fershtman, 1998).

O consumo simbólico é especialmente importante em contextos com informação imperfeita sobre os indivíduos com os quais se interagem, o que tem relação

10. Consumo conspícuo é um termo cunhado por Thorstein Veblen para expressar que o consumo é um sinal visível enviado à sociedade para divulgar a renda e o *status* social (Heffetz; Frank, 2011).

com o tamanho do grupo e com sua heterogeneidade. Se as habilidades dos indivíduos não são bem conhecidas ou verificáveis diretamente, os símbolos produzidos pelo consumo servem como sinalização de *status* social. No caso de consumo conspícuo, isso ocorre devido às correlações positivas, apesar de imperfeitas¹¹, entre habilidade e renda e entre renda e consumo. Ou seja, espera-se que os mais habilidosos consigam auferir maior renda e consumam mais. Assim, através do consumo, pode-se sinalizar habilidade, o que influencia a inserção social do indivíduo. Por isso, a primeira impressão conta muito para o estabelecimento de vínculos (Frank, 1985).

O consumo conspícuo está associado a bens e serviços posicionais, que são avaliados em termos comparativos ao consumo dos outros. Isto é, a avaliação é relativa em vez de absoluta de forma a situar o indivíduo no *ranking* de *status* social. Por isso, o consumo conspícuo não é passível de saciedade, produzindo um efeito de *feedback* positivo sobre o consumo que pode gerar não linearidade. Como a melhoria na posição relativa de *status* de alguém implica necessariamente queda no *ranking* de outros do grupo, para evitar perda de *status* relativo é preciso reagir ampliando o consumo, o que se transforma em competição. Esse jogo por *status* faz com que seja preciso correr para permanecer no mesmo lugar relativo,¹² produzindo resultados socialmente adversos que se assemelham ao dilema do prisioneiro. A fim de melhorar o posicionamento social, passa-se a priorizar consumo privado supérfluo em vez de consumo público e de bens e serviços observáveis (roupas, carros, casas) em vez de não observáveis (seguro, poupança), conduzindo ao consumismo e à ostentação, com importantes consequências econômicas, sociais e até ambientais (Frank, 1985, 2005; Heffetz; Frank, 2011; Hopkins; Kornienko, 2004; Postlewaite, 1998; Weiss; Fershtman, 1998; Witt, 2010; 2011).

Como observou James Duesenberry, que cunhou o termo “efeito demonstração”, indivíduos tendem a se comparar mais com outros com renda superior, o que eleva o desejo e motiva o consumo. A comparação, geralmente, é local, fazendo com que o consumo de vizinhos se sustente (Heffetz; Frank, 2011). A percepção de estar abaixo da média de seu grupo de comparação pode produzir problemas de autoestima e induzir consumo simbólico. Mas a ampliação do acesso à informação promovida pelo cinema, TV e internet rompeu os limites locais da comparação

11. Afinal, a renda também depende de acesso a oportunidades, e não apenas de habilidade. Já o consumo também tem relação com riqueza herdada ou dívidas, além de valores e interesses individuais.

12. Dinâmica competitiva coevolucionária, conhecida como corrida de armas ou *Red Queen Principle*.

Cabe observar que bens e serviços podem possuir múltiplas características associadas à satisfação de diferentes tipos de desejo. O automóvel, por exemplo, permite a satisfação de desejo básico de deslocamento, de desejo adquirido de conforto (ar-condicionado e assento de couro) ou de emoção (sensação de velocidade) e também de sinalização de *status* social. O consumo depende do grau de cada tipo de motivação assim como a possibilidade de combinação entre bens e serviços para satisfação de necessidades. O automóvel pode ser importante para a atividade de compra em um supermercado ou *shopping center*, que permitirá a satisfação relacionada a fome, vestuário, recreação, contato social e sinalização social. Mas, enquanto o desejo de deslocamento pode ser satisfeito utilizando o mesmo veículo por 20 anos ou mais, a motivação de sinalização de superioridade local pode resultar em perda de valor do bem assim que um vizinho compra um carro melhor.

Roupa é outro exemplo de mercadoria que pode ter os três tipos de motivação de consumo. A coevolução entre oferta e demanda sustentou a Revolução Industrial inglesa do setor têxtil ao evitar crises de superprodução.

5.2. Tomada de decisão

A depender das motivações e das características da atividade de consumo, diferentes estratégias podem ser adotadas para a tomada de decisão. Em vez de sempre agir da mesma forma, os contextos locais, que incluem as influências sociais e de fornecedores, são determinantes para a seleção dentre as alternativas possíveis.

As alternativas dependem das capacidades individuais em termos de acesso a informações, processamento, habilidades para explorar diferentes formas da tecnologia de consumo, aprendizado com as experiências e inventividade, assim como da disponibilidade de recursos, como renda e tempo. Também não é possível restringir a análise ao momento da compra, já que a avaliação de experiências passadas (pessoais e de outros) é componente do aprendizado (Langlois; Cosgel, 1996; Metcalfe, 1998; Nelson; Consoli, 2010).

As duas mais relevantes restrições ao comportamento do consumidor – além de limites de racionalidade, culturais, e das idiossincrasias individuais – são as restrições orçamentária e de tempo. A restrição orçamentária pode ser flexível em situações específicas, seja pela existência de poupança ou de crédito, mas, no longo prazo, aqueles com mais renda e riqueza podem comprar mais. Já a restrição de tempo se deve ao fato de atividades de compra requererem dedicação. Novamente, há certa flexibilidade no curto prazo: o indivíduo pode gerenciar de

alguma forma seu tempo. Mas também pode contratar outras pessoas para executarem serviços. Surge assim uma relação entre as restrições orçamentária e de tempo, não sendo possível considerá-las independentes (Nelson; Consoli, 2010).

Mullainathan e Shafir (2016) defendem que a capacidade de processar informações de indivíduos e organizações é variável de acordo com a disponibilidade de recursos, como dinheiro ou tempo. Em situações de escassez, tende-se a focar naquilo que é urgente, negligenciando outras questões e o futuro. A ansiedade leva o agente a decisões equivocadas, aprisionando-o em uma armadilha da escassez. Assim, elementos como poupança, rendas de trabalho estável e rede de proteção produzem mudanças qualitativas do comportamento, por ampliarem a capacidade cognitiva.

Segundo Nelson e Consoli (2010), a teoria evolucionária do consumidor deve levar em conta as frequentes mudanças em bens e serviços disponíveis aos consumidores e como esses reagem tendo em vista a racionalidade limitada, em que compradores potenciais possuem menos conhecimento sobre alternativas e preços do que a teoria tradicional assume. Além da ignorância sobre alternativas, indivíduos não possuem uma ordem estável de preferências. Essas são frequentemente fracamente estabelecidas, sob a influência de vários fatores, e fortemente influenciadas pela experiência de consumo. Devido à experiência, as preferências são, em alguma medida, endógenas e dependentes do caminho, resultantes do aprendizado do consumidor, assim como de influências sociais e culturais. Mas também são potencialmente instáveis.

Para economistas evolucionários, os processos através dos quais os consumidores reconhecem e reagem ao surgimento de novos produtos e serviços são de particular importância. Em contextos razoavelmente estáveis, em que compras são rotineiras, as respostas adaptativas às novidades consistem em variação entre hábitos já estabelecidos. Já em contextos instáveis, é preciso empreender buscas, com dedicação de pensamento e esforço para a tomada de decisão (Nelson; Consoli, 2010; Nelson, 2013; Earl; Potts 2004).

5.2.1. Busca

A busca consiste em um processo de tomada de decisão mais deliberativo, em que os consumidores dedicam recursos cognitivos e tempo para coletar informações, aprimorar a especificação de preferências, perceber o contexto de tomada de decisão, resgatar experiências passadas, avaliar adequação de hábitos, observar como outros escolhem e se são bem-sucedidos, considerar possibilidades de inovação e elaborar modelos de decisão.

A frequência de compra, se repetitiva ou esporádica, é determinante do tipo e grau de esforço cognitivo da busca. Compras esporádicas, especialmente de bens passíveis de inovação, exigem mais deliberação para evitar arrependimento. Afinal, a cada evento de compra o mercado pode ter se alterado e a experiência passada se tornado obsoleta. Já compras repetitivas favorecem a experimentação e tendem a formar hábitos, quando satisfatórias. O aprendizado com a prática (*learning by buying*¹³) propicia oportunidades para aprimoramentos e adaptações de decisões.

O grau de deliberação também tem relação com o custo de arrependimento. Se o custo de arrependimento é baixo, a experimentação tende a ser vantajosa. Nesses casos, a busca consiste em considerar possibilidades, selecionar uma delas e avaliar o resultado da experiência, se satisfatória ou não, de forma a guiar escolhas futuras. A decisão torna-se um processo de tentativa e erro guiado por *feedbacks*.

Mas, se o custo de arrependimento é alto, o consumidor pode optar por dedicar esforços de avaliação anterior à compra. O grau de esforço alocado na busca depende do peso do gasto em relação ao orçamento e da relevância da compra para a satisfação do indivíduo, como nos casos em que a qualidade importa, por exemplo, bens duráveis e viagens. A busca no consumo também é mais comum quando se compra um bem ou serviço pela primeira vez, quando o resultado da escolha anterior foi insatisfatório ou quando se percebe que o contexto de tomada de decisão foi alterado (Nelson; Consoli, 2010).

A primeira etapa da busca consiste na procura por informações. Mantendo a hipótese de escolha racional, Stigler (1961) explorou os efeitos da imperfeição de informação para a tomada de decisão do consumidor no que diz respeito a preços e identificação de vendedores. Para Stigler, a busca por informações consiste em custo para o consumidor, especialmente de tempo, e tal custo deve ser levado em conta no processo decisório. Ao acrescentar a busca por informação sobre a qualidade de bens, Phillip Nelson (1970) percebeu que esse tipo de informação impõe maior custo para o consumidor, o que faz com que a decisão sequencial possa ser mais vantajosa que a busca *a priori*.

A busca de informações para consumo não se limita a preços, fornecedores e qualidades. Também é preciso conhecer as possibilidades de combinação de bens e serviços para atender desejos. Bens possuem diferentes características e a relevância da qualidade de cada uma depende de como o bem será combinado com outros na atividade de consumo. Consumidores podem valorizar características

13. Similar ao *learning by doing*.

de bens e serviços de forma diversa e podem ter diferentes percepções e tolerâncias sobre a qualidade.

O processamento de tomada de decisões faz uso de heurísticas. Para entender qual heurística o agente usa, e quando e porque a heurística funciona bem, é preciso analisar a estrutura da informação no ambiente. Gigerenzer (2008) desenvolveu os conceitos de *caixa de ferramentas adaptativa* e de *racionalidade ecológica*, que busca avaliar os processos de tomada de decisão e em quais ambientes cada processo leva a decisões adequadas. Uma heurística é ecologicamente racional se é adaptada à estrutura do ambiente (Gigerenzer; Todd, 1999).

A busca também faz uso da criatividade, incluindo experimentação de novas formas de combinação, de novas possibilidades de usos e de avaliação de novidades, o que amplia a variedade. Devido à diversidade de situações e à heterogeneidade dos agentes, que possuem atributos diferenciados e selecionam as informações e heurísticas de forma diversa, são adotadas estratégias variadas (Aversi *et al.*, 1999; Langlois; Cosgel, 1996; Nelson; Consoli, 2010; Nelson, 2013).

Em vez de apenas reagir a inovações do lado da oferta, o consumidor se comporta como um inovador ativo (Bianchi, 1998). Mas a inovação no consumo é menos relevante do que na teoria evolucionária da firma, em que desempenha papel central. Tal diferença entre firmas e consumidores pode estar associada à estrutura de relações. Afinal, o caráter social das relações favorece a cooperação entre consumidores, especialmente entre aqueles que pertencem ao mesmo grupo, tendo relação com a imitação.

5.2.2. Imitação

Em ambiente de incerteza, ou quando se é inexperiente e não se tem informações necessárias, a imitação pode substituir a exigente busca e conduzir a resultados satisfatórios com baixo grau de esforço fazendo uso do que funcionou para os outros. A imitação também é atrativa pelo menor custo de errar junto com os outros do que se arriscar a fazer diferente e perder enquanto outros ganham (Earl; Potts, 2004; Saviotti, 2001).

Do lado da oferta, imitações de produtos ou de processos produtivos erodem margens de lucro extraordinárias de inovadores bem-sucedidos. Para tentar prorrogar o monopólio temporário, firmas envidam esforços para manter sigilo de inovações. Nessas circunstâncias, a imitação muitas vezes é imperfeita, podendo conduzir a fracassos, mas também a outras inovações (Nelson; Winter, 2012 [1982]; Schumpeter, 1997 [1911]).

Já no lado da demanda, em especial no consumo familiar, a imitação tem outras motivações e produz outros efeitos. A socialização humana e a segregação em

grupos com rivalidades (nós *versus* eles) produzem uma dinâmica de cooperação no compartilhamento de experiências entre membros do grupo que favorece a imitação. Experiências exitosas de consumo são difundidas espontaneamente nas diversas organizações sociais.

A cooperação no consumo entre membros do grupo é vantajosa para quem imita, por poupar esforços de decisão, e para quem é imitado, que vê aumentar sua influência. Também fortalece o grupo com relação aos rivais, seja por melhorar a eficiência de escolhas ou por aumentar a coesão do grupo. A depender da relação entre grupos, pode haver colaboração no compartilhamento de experiências exitosas de consumo com aqueles com quem se identifica (nós) e imposição de dificuldades de imitação a estranhos (eles).

Além do aspecto de eficiência no consumo (menores custos e/ou maiores benefícios), ainda há o aspecto simbólico, que envolve coordenação para identificação dos símbolos válidos. O consumo simbólico de conformidade acaba tendo relação com esse comportamento de grupo, sendo mais evidente em períodos em que se percebem riscos à comunidade, quando é preciso manter a coesão.

A imitação de consumo simbólico não se restringe ao consumo de conformidade entre membros de grupo. Também há tentativa de imitação de comportamentos de grupos aos quais se aspira. Ao imitar pessoas admiradas de grupos julgados como superiores, buscam-se distinção e melhoria no *ranking* local. Até mesmo no consumo de não conformidade pode haver imitação, o que faz com que indivíduos que queiram se dissociar possam se assemelhar entre si, compartilhando símbolos que sinalizam rebeldia (Touboul, 2019).

Entretanto, assim como a imitação pode ser imperfeita no setor produtivo, o mesmo ocorre no consumo. Como consumidores podem ter diferentes interesses e acessos a recursos (especialmente dinheiro e tempo), a imitação de comportamentos incompatíveis com o perfil do consumidor pode levar a dificuldades, como dívidas. O efeito demonstração tende a elevar o consumo, reduzir a poupança e ampliar a exposição a infortúnios.

Portanto, a imitação também exige capacidades e um grau de busca, afinal uma escolha satisfatória para um consumidor pode não ser para outro em contexto diferente. É preciso comparar os contextos de tomada de decisão, conferir se o imitado tem interesses e perfil semelhantes, reconhecer êxitos reais em vez de simulados, além de verificar sua credibilidade e reputação.

A difusão de inovações de consumo pode ser muito rápida através da imitação, a depender das formas de comunicação, do grau de cooperação e da estrutura de rede de relações sociais (conexões, frequências e distâncias de interação). O fator social que favorece a imitação pode gerar não linearidade no processo de difusão

devido a alinhamento de comportamentos, como observado em efeitos de manada, resultando em complexidade.

5.3. Avaliação após experiência

Como muitas atividades de consumo são recorrentes, cada experiência propicia oportunidade de aprendizado. A comparação de experiências e de percepções, além do uso de capacidades e imaginação individuais, pode levar à evolução de preferências, ao direcionamento do acesso à informação e ao desenvolvimento de habilidades de busca que conduzirão escolhas futuras. Têm-se, assim, os elementos de trajetórias de consumo dependentes de caminho.

Quando experiências de consumo são satisfatórias, as estratégias que as definiram passam a ser referências para escolhas futuras, podendo ser convertidas em hábitos¹⁴ de consumo. Isto é, através das experiências de consumo, há seleção e retenção de estratégias bem adaptadas ao ambiente de tomada de decisão. Mas, se houver insatisfação, o consumidor pode reavaliar a estratégia adotada, ativando novas buscas.

5.3.1. Satisfação: hábito

Os hábitos representam o que funcionou no passado e muitas vezes conciliou conflitos. Conferem, assim, caráter inercial às decisões e permitem formar expectativas de comportamentos, contribuindo para reduzir a incerteza e facilitar interações (Nelson; Consoli, 2010).

Ser capaz de tomar algumas decisões de forma quase automática através do acesso à memória poupa esforços e confere maior capacidade para lidar com outras situações e preocupações prioritárias. Mas hábitos não necessariamente se convertem em comportamentos. Hábitos são predisposições que dependem de reconhecimento de certo padrão para ativação de sequências de atividades, por um mecanismo de estímulo e resposta (Dopfer, 2005; Loasby, 1998).

Assim, pode haver manipulações. Ao construir um contexto de tomada de decisão (*framing*), comerciantes são capazes de induzir escolhas equivocadas de consumidores, mas que poderiam ser apropriadas em outro contexto.

Experiências com resultado satisfatório reforçam hábitos. Mas, mesmo caso as expectativas não sejam atendidas, há certa resistência a abandonar hábitos, afinal

14. Optou-se por adotar o termo hábito para se referir ao padrão de comportamento individual, como em Veblen (1898). O conceito é semelhante ao de rotina, termo adotado por Nelson e Winter (2012 [1982]) em referência a padrões em organizações, como firmas.

muitas vezes o consumo se dá quando o indivíduo está cansado ou em uma ocasião de lazer, quando não quer aborrecimentos.

A imitação e o aprendizado social podem disseminar hábitos, tornando-os modos padrão de comportamento de grupos. Tais hábitos compartilhados assemelham-se ainda mais ao conceito de rotina de Nelson e Winter (2012 [1982]) por incluírem os aspectos sociais de resolução de conflitos em organizações e por representarem uma forma de comunicação tácita. Hábitos são passados de uma geração para outra pelo convívio familiar, consolidando culturas.

Como experiências raramente são inteiramente novas, mas costumam ser variações de outras já vividas, os hábitos condicionam as buscas, seja pelo foco de atenção à informação, pelo método de processamento ou pela convenção social. E, devido às influências sociais, há difusão em grupos, resultando em grupos com hábitos diferentes.

5.3.2. Insatisfação: mudança de estratégia

Quando há insatisfação com a experiência, é preciso ativar buscas para avaliar se algo precisa ser alterado e quais são as alternativas. Alguns hábitos podem ser substituídos por outros que já fazem parte do repertório do consumidor ou por imitação de experiências de outros que pareceram exitosas (imitação).

O aprendizado a partir de avaliações de experiências anteriores pode induzir adaptações incrementais de hábitos, para que se tornem mais adequados a novas condições. Assim, hábitos comportam variedade conforme circunstâncias (Nelson, 2013). Ao examinar decisões de consumidores em compras repetitivas e de pouca importância, Hoyer (1984) constatou que consumidores adotam heurísticas simples para poupar esforços e realizam ajustes com o tempo segundo *feedbacks* de satisfação. Por exemplo, uma heurística do tipo “compre o produto mais barato” pode ser ajustada para “compre o produto mais barato, exceto da marca X”, após uma experiência desagradável.

Ou seja, regras de decisão são flexíveis para serem revisadas e ajustadas de acordo com as experiências (Bianchi, 1998; Langlois; Cosgel, 1996). A possibilidade de aprendizado e de adaptações faz com que hábitos tenham trajetórias dependentes do caminho, isto é, experiências prévias são determinantes para a configuração de hábitos.

Mas, em caso de mudança do contexto, pode haver mudança abrupta da decisão. Se alguma variável relevante para a escolha – como preço, riqueza ou qualidade do produto – ultrapassar determinado limiar, o consumidor pode perceber a inadequação da solução usual. Assim, pode haver não linearidades no consu-

mo agregado devido a mudanças de forma de consumo de elementos de grupos em sincronia.

6. AGREGAÇÃO: MICRO-MESO-MACRO

Como a diversidade e o caráter social de seres humanos não podem ser desprezados, as hipóteses de consumidor representativo e de independência decisória – necessárias para que a demanda agregada (macro) seja igual à soma de decisões individuais (micro) – não se sustentam.

Por isso, tendo avaliado os processos individuais de tomada de decisão, cabe discutir os mecanismos pelos quais as interações se traduzem em padrões agregados de consumo. Isto é, como comportamentos heterogêneos se organizam em dinâmicas coletivas devido a correlações comportamentais em grupos e entre grupos.

Como resultado de interações repetidas, há adaptações mútuas, em um processo de auto-organização que pode conduzir à emergência de padrões agregados, em que agentes passam a adotar práticas de forma coordenada, como se agissem em bloco. Ocorre a emergência de agrupamentos (*clusters*) e de regras de interação (instituições) específicas, produzindo ordens locais relativamente estáveis. Tais padrões de comportamento de grupos também afetam a interação entre grupos em diferentes níveis de organização.

Por isso, o estado do sistema global (macro) depende da dinâmica entre os diversos agrupamentos. A teoria de sistemas complexos inclui o nível de análise meso, *lôcus* da emergência, para buscar entender os mecanismos responsáveis pela coordenação de agentes. O nível meso compreende grupos – de diversos tamanhos e com regras particulares de interação – que afetam a estrutura de relações do sistema e a rede de influências (Dopfer, 2005; 2011; Dopfer; Foster; Potts, 2004; Elsner, 2010).

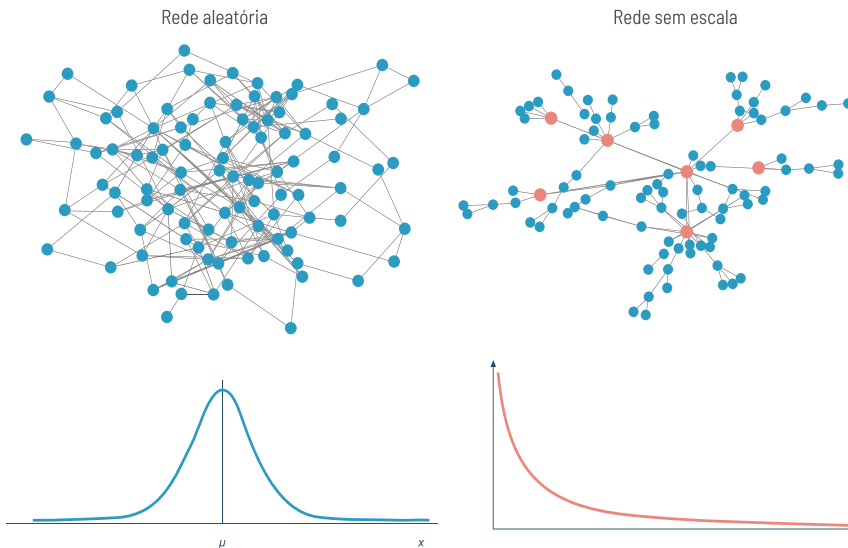
Como as influências são determinantes para a tomada de decisão individual e para os resultados agregados, cabe resgatar a discussão de Barabási (2009) sobre redes. A estrutura de um sistema tem relação com disseminação de informações, coordenação comportamental, emergência de propriedades coletivas e eventos críticos.

6.1. Estrutura de rede de influências

A estrutura da rede de um sistema tem relação com seu processo de formação. Em muitos sistemas naturais e humanos, novos elementos têm maior probabili-

dade de se conectarem a outros que já possuem muitas conexões, fenômeno denominado conexão preferencial. Em vez do caráter democrático observado em redes randômicas, o crescimento associado a conexão preferencial resulta em redes sem escala com distribuição de grau de relações em lei de potência em vez de distribuição normal, como mostra a Figura 1. Muitos agentes (nós) possuem poucas conexões e pouco poder de influência enquanto poucos agentes acumulam muitas conexões, tornando-se *hubs* e exercendo grande influência na rede.

Figura 1. Estrutura fractal



Tipos de rede: à esquerda, rede formada com conexões aleatórias, gerando uma distribuição normal de ligações, com média representativa. À direita, rede formada por processo de crescimento com conexão preferencial. As ligações se distribuem em lei de potência, como muitos nós com poucas ligações e poucos nós (*hubs*) com ordens de grandeza a mais de ligações. Apesar de ser possível calcular a média de ligações da rede, esta não é representativa, já que a variância é infinita. Assim, a rede não tem escala representativa.

Os comportamentos desses *hubs* são determinantes para a evolução da rede e para a dinâmica coletiva, pela disseminação de informações, conhecimentos, desejos, símbolos e de inovações. Por terem muitas conexões, esses agentes perceberão novidades rapidamente. Em caso de adoção da novidade por esses agentes centrais, muitos nós, assim como outros *hubs*, serão expostos à novidade e tende a haver ampla difusão. Tal processo de difusão em rede sem escala gera complexidade, com a possibilidade de perturbações locais produzirem impactos globais e mudanças qualitativas, inclusive da estrutura de rede (Barabási, 2009).

A percepção de que mudanças quantitativas levam a mudanças qualitativas impede a análise em termos de médias ou de consumidores representativos. A

distribuição dos agentes conforme suas características adquire especial relevância já que muitas variáveis – como renda e ligações – não têm distribuição normal, mas seguem leis de potência, o que afeta a estrutura de poder e traz consequências econômicas.

Como alertou Barabási (2009), um aspecto muito relevante para a estrutura de redes diz respeito ao sentido da relação, se de sentido único ou duplo. No que se refere à relação entre fornecedores e consumidores, propagandas via mídias tradicionais (jornal, rádio, TV, cinema, por exemplo) são comunicações de mão única: do anunciante ao receptor. Ou seja, apesar de serem capazes de influenciar a atenção e a interpretação de informações de muitos consumidores, anunciantes não recebem *feedbacks* tempestivos por esses canais. Já com o advento da internet e, em especial, das redes sociais, a comunicação passou a ser de mão dupla, fazendo com que seja possível adaptar-se à reação do interlocutor mais rapidamente e direcionar propaganda para públicos específicos que respondem a estímulos. Assim, a publicidade em tempos de internet permite maior segmentação de consumo.

6.2. Auto-organização e emergência no consumo

Influências em redes podem produzir comportamentos de alinhamento ou de deserção, a depender das relações de cooperação, de concorrência ou de conflito. Os efeitos dessas relações nos grupos e entre grupos são, assim, decisivos no processo de auto-organização do consumo e para a emergência de padrões coletivos de comportamentos e de estruturas.

Devido à interdependência entre aspectos econômicos e sociais, arranjos sociais emergiram durante processos de auto-organização para lidar com informações imperfeitas. Falhas de informação sobre atributos de agentes, como sobre suas capacidades/habilidades ou se são confiáveis em transações, estão associadas ao consumo simbólico e à reputação, que produzem efeitos econômicos. O fator social é a principal fonte de complexidade no consumo, por ser capaz de produzir efeitos não lineares devido a *feedbacks* positivos que permitem sincronização comportamental.

Imperfeições de informação sobre produtos, como aspectos de qualidade, estão relacionadas à relevância de boa reputação para vendedores. Tal mecanismo social permite a redução de custos de transação em contextos incerteza e de contratos incompletos. Afinal, devido à assimetria de informação, compradores podem ser enganados e manipulados em termos de preços cobrados e de qualidades de produtos (Bowles, 1998; Zelizer, 2005).

Com a ampliação do mercado, passou a ser mais difícil atestar a reputação de vendedores. Como consequência, houve a emergência de padronização de medidas e de qualidade mínima. Tais padronizações podiam ser iniciativas de comerciantes para reduzir os custos de transações com produtores (como se viu nos EUA com atacadistas de grãos) ou por pressões de consumidores (como no caso da indústria alimentícia e de medicamentos), que exigiam regulação por um órgão crível (geralmente pelo Estado).

Um mecanismo emergente para sinalizar qualidades, em um contexto de ampliação do mercado e de características de mercadorias, foi o registro de marcas. A associação entre marcas e qualidade (e preço) fez com que algumas delas se convertessem em símbolos de *status*, afetando relações sociais e econômicas.

A concentração da demanda em poucos fornecedores é um exemplo de padrão emergente devido a processos de auto-organização. Para Barabási (2018), o sucesso – ou como o desempenho é recompensado – é um fenômeno coletivo e tem relação com a percepção sobre o desempenho. Como há limites para o desenvolvimento de atributos, o que faz com que os melhores concorrentes sejam parecidos, exceto por pequenos desvios, o desempenho pode ter distribuição normal. Mas uma pequena diferença na percepção de qualidade entre competidores produzirá grande diferença na atratividade.

O sucesso futuro seria, então, uma combinação entre sucesso prévio (conexão preferencial) e desempenho (*fitness*). Apesar de o desempenho impulsionar o sucesso, as redes são especialmente importantes quando o desempenho ou a qualidade não são bem mensuráveis. Esse processo recursivo cumulativo gera a emergência de distribuição de conexões em lei de potência, o efeito “rico fica mais rico” (*rich-get-richer effect*).

Assim, mesmo que alguns produtos tenham características parecidas, uma leve diferença na percepção de qualidade pode fazer com que a demanda seja bem superior aos demais e produza concentração no mercado. Daí a relevância de campanhas de *marketing* que ressaltam as vantagens comparativas do produto frente aos concorrentes para o sucesso de vendas. O mesmo ocorre com pequena diferença de preço: a maioria irá preferir o mais barato se a qualidade é parecida.

A interação repetida de agentes ao longo do tempo produz coordenação, com alinhamento de comportamento que permite a formação de entidades mesocópicas em diferentes níveis de organização, ou segregação, caso haja conflito. Relações entre muitas partes em diferentes níveis de organização produzem estruturas com variações (Goldenfeld; Kadanoff, 1999), já que há adaptação dos elementos à variação do ambiente assim como o ambiente é afetado pela ação dos elementos.

Portanto, em vez de um padrão uniforme e homogêneo, o mercado contempla diferentes tipos de estrutura e nichos a depender de particularidades locais, temporais e associados ao tipo de produto ou serviço (peso no orçamento, tipo de desejo, aspecto simbólico, nível de assimetria de informação entre agentes etc.). A depender do tipo de bens ou de serviços e dos agentes envolvidos na transação, processos de auto-organização fazem emergir instituições como mecanismos, regras de interação e entidades que atuam na intermediação para reduzir incertezas e gerar confiança para viabilizar transações.

6.3. Criticalidade no consumo

Processos de auto-organização favorecem a formação de grupos e de regras que conferem relativa estabilidade. Mas alguma perturbação, seja externa ou endógena, pode se propagar pelo sistema e gerar instabilidade e incerteza. Experimentações variadas buscando adaptação ao novo contexto podem ampliar a diversidade de estratégias e de escolhas.

Em momentos críticos – como no caso de inovações disruptivas ou guerras – os consumidores ficam mais atentos a novidades e podem alterar comportamentos. Influências em grupos e entre grupos permitem sincronização, como em movimentos de manada, que resulta em não linearidades de variáveis agregadas.

Assim, épocas mais estáveis – quando hábitos se consolidam – são alternadas com períodos de alta instabilidade que provocam mudanças qualitativas na economia e na estrutura de relações.

7. CONCLUSÃO

Este capítulo analisou a demanda, em especial o consumo familiar, usando como referência as abordagens evolucionária e de sistemas complexos.

Em vez de analisar o estado em que a economia se encontra, comparando com um ideal imaginado a partir de suposições pouco realistas, buscou-se avaliar processos coevolutivos que envolvem agentes heterogêneos e suas relações. Tais processos formam estruturas de rede de influências que implicam dinâmicas fora do equilíbrio.

Com o objetivo de conferir mais realismo, os consumidores foram avaliados como agentes ativos e adaptativos, com racionalidade limitada, mas criativos e capazes de aprender. Os processos de tomada de decisão foram descritos por sequências recursivas que envolvem definição de motivações, seleção de heurísticas,

avaliação da experiência e formação de hábitos, se a estratégia foi bem-sucedida, ou revisão, em caso de insatisfação.

Como relações influenciam decisões, a hipótese reducionista foi abandonada, tendo sido considerada a complexidade resultante de processos de auto-organização que fazem emergir grupos e padrões coletivos em diferentes níveis de organização. Apesar de a diversidade de capacidades, experiências e de contextos permitirem variedade de escolhas individuais, influências sociais e de fornecedores exercem coordenação descentralizada em grupos e entre grupos, levando à sincronização, que permite variações não lineares da demanda agregada.

Inovações tecnológicas e organizacionais influenciam não apenas a oferta, mas também a demanda, pelo impacto na renda familiar (nível e distribuição), pela criação de novos desejos e por mudanças de configuração social e de instituições. Entretanto, é preciso considerar que não se trata de uma relação causal da oferta para a demanda, mas de uma relação circular. O processo coevolutivo entre tecnologia, organização de firmas, instituições, sociedade e consumo das famílias resulta em mudanças qualitativas na economia.

REFERÊNCIAS

- AKERLOF, George A.; SHILLER, Robert J. *Pescando tolos: a economia da manipulação e fraude*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- ANDERSON, Philip W. More Is Different. *Science*, v. 177, n. 4.047, p. 393-396, 1972.
- ARTHUR, Brian. Complexity Economics: A Different Framework for Economic Thought. In: ARTHUR, Brian. *Complexity and the Economy*. New York: Oxford University Press, 2015.
- AVERSI, Roberta; DOSI, Giovanni; FAGIOLO, Giorgio; MEACCI, Mara; OLIVETTI, Claudia. Demand Dynamics with Socially Evolving Preferences. *Industrial and Corporate Change*, v. 8, n. 2, p. 353-408, 1999.
- BARABÁSI, Albert-Laszlo. *Linked: a nova ciência dos networks*. São Paulo: Leopardo, 2009.
- BARABÁSI, Albert-László. *The formula: The Universal Laws of Success*. Hachette UK, 2018.
- BECKER, Gary S. *Accounting for Tastes*. Cambridge: Harvard University Press, 1996.
- BIANCHI, Mariana. Introduction: Novel and Surprise. In: BIANCHI, Marina (Ed.). *The Active Consumer: Novelty and Surprise in Consumer Choice*. New York: Routledge, 1998.
- BOWLES, Samuel. Endogenous Preferences: The Cultural Consequences of Markets and Other Economic Institutions. *Journal of Economic Literature*, v. 36, n. 1, p. 75-111, 1998.
- CARRARA, Bruno Aguiar. *Elementos evolucionários para uma teoria da demanda*. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 210, 2019.
- CHAI, Andreas; MONETA, Alessio. Back to Engel: Some Evidence for the Hierarchy Of Needs. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 22, p. 649-676, 2012.
- CHANDLER JR., Alfred Dupont. *The visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- COWAN, Robin; COWAN, William; SWANN, Peter. A Model of Demand with Interactions among Consumers. *International Journal of Industrial Organization*, v. 15, n. 6, p. 711-732, 1997.
- COWAN, Robin; COWAN, William; SWANN, Peter. Waves in Consumption with Interdependence among Consumers. *Canadian Journal of Economics*, v. 37, n. 1, p. 149-177, 2004.
- DOPFER, Kurt. Evolutionary Economics: A Theoretical Framework. In: DOPFER, Kurt (Ed.). *The Evolutionary Foundations of Economics*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- DOPFER, Kurt. Evolution and Complexity in Economics Revisited. *Papers on Economics and Evolution*, 2011.

- DOPFER, Kurt; FOSTER, John; POTTS, Jason. Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 14, n. 3, p. 263-279, 2004.
- EARL, Peter E. Consumer Goals as Journeys into the Unknown. In: BIANCHI, Marina (Ed.). *The Active Consumer: Novelty and Surprise in Consumer Choice*. New York: Routledge, 1998.
- EARL, Peter E.; POTTS, Jason. The Market for Preferences. *Cambridge Journal of Economics*, v. 28, n. 4, p. 619-633, 2004.
- ELSNER, Wolfram. The Process and a Simple Logic of 'Meso'. Emergence and the Co-evolution of Institutions and Group size. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 20, n. 3, p. 445-477, 2010.
- FRANK, Robert H. The Demand for Unobservable and Other Nonpositional Goods. *The American Economic Review*, v. 75, n. 1, p. 101-116, 1985.
- FRANK, Robert H. Positional Externalities Cause Large and Preventable Welfare Losses. *American Economic Review*, v. 95, n. 2, p. 137-141, 2005.
- GIGERENZER, Gerd. Why Heuristics Work. *Perspectives on Psychological Science*, v. 3, n. 1, p. 20-29, 2008.
- GIGERENZER, Gerd; TODD, Peter M. Fast and Frugal Heuristics: The Adaptive Toolbox. In: GIGERENZER, Gerd. *Simple Heuristics that Make us Smart*. Oxford University Press, 1999.
- GOLDENFELD, Nigel; KADANOFF, Leo P. Simple Lessons from Complexity. *Science*, v. 284, n. 5411, p. 87-89, 1999.
- GORDON, Robert J. *The Rise and Fall of American Growth: The US Standard of Living Since the Civil War*. Princeton/Oxford: Princeton University Press, 2016.
- HEFFETZ, Ori; FRANK, Robert H. Preferences for Status: Evidence and Economic Implications. In: BENHABIB; BISIN; JACKSON, *Handbook of Social Economics*. San Diego: North-Holland, 2011.
- HOPKINS, Ed; KORNIENKO, Tatiana. Running to Keep in the Same Pace: Consumer Choice as a Game of Status. *American Economic Review*, v. 94, n. 4, p. 1.085-1.107, 2004.
- HOYER, Wayne D. An Examination of Consumer Decision Making for a Common Repeat Purchase Product. *Journal of Consumer Research*, v. 11, n. 3, p. 822-829, 1984.
- LANCASTER, Kelvin J. A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, v. 74, n. 2, p. 132-157, 1966.
- LANGLOIS, Richard N.; COSGEL, Metin M. Frank Knight on Risk, Uncertainty, and the Firm: A New Interpretation. *Economic Inquiry*, v. 31, n. 3, p. 456-465, 1993.
- LANGLOIS, Richard N.; COSGEL, Metin M. The Organization of Consumption. *University of Connecticut Economics Working Papers*, 1996.
- LOASBY, Brian J. Cognition and Innovation. In: BIANCHI, Marina (Ed.). *The Active Consumer: Novelty and Surprise in Consumer Choice*. New York: Routledge, 1998.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic Theory*. New York: Oxford University Press, 1995.
- METCALFE, J. Stanley. Consumption, Preferences, and the Evolutionary Agenda. *Centre for Research on Innovation and Competition*. Discussion Paper, n. 20, University of Manchester, 1998.

- MULLAINATHAN, Sendhil; SHAFIR, Eldar. *Escassez: uma nova forma de pensar a falta de recursos na vida das pessoas e nas organizações*. Rio de Janeiro: Best Business, 2016.
- NELSON, Phillip. Information and Consumer Behavior. *Journal of Political Economy*, v. 78, n. 2, p. 311-329, 1970.
- NELSON, Richard R. Demand, Supply, and their Interaction on Markets, as Seen from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 23, n. 1, p. 17-38, 2013.
- NELSON, Richard R.; CONSOLI, Davide. An Evolutionary Theory of Household Consumption Behavior. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 20, n. 5, p. 665-687, 2010.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2012.
- POWELL, Walter W. Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization. *Research in Organizational Behavior*, v. 12, p. 295-336, 1990. LL Cummings and B. Slaw (Ed.).
- POSTLEWAITE, Andrew. The Social Basis of Interdependent Preferences. *European Economic Review*, v. 42, n. 3-5, p. 779-800, 1998.
- QAOUMI, Kenza; MASSON, Pascal; WEIL, Benoit; ÜN, Aytunç. Testing Evolutionary Theory of Household Consumption Behavior in the Case of Novelty: A Product Characteristics Approach. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 28, n. 2, p. 437-460, 2018.
- SAVIOTTI, Pier Paolo. Variety, Growth and Demand. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 11, p. 119-142, 2001.
- SAVIOTTI, Pier-Paolo; PYKA, Andreas. Innovation, Structural Change and Demand Evolution: Does demand saturate? *Journal of Evolutionary Economics*, v. 27, n. 2, p. 337-358, 2017.
- SCHERER, Frederic M.; ROSS, David. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. Boston: Houghton Mifflin, 1990.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997.
- SIMON, Herbert A. A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.
- SIMON, Herbert A. The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962.
- SIMON, Herbert A. Theories of Bounded Rationality. In: MCGUIRE, C. Bartlett.; RADNER, Roy. *Decision and Organization*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1972.
- SIMON, Herbert A. Rationality as Process and as Product of Thought. *The American Economic Review*, p. 1-16, 1978.
- SIMON, Herbert A. Decision Making and Problem Solving. *Research Briefings 1986: Report of the Research Briefing Panel on Decision Making and Problem Solving*. Washington: National Academic Press, 1986.
- SIMON, Herbert A. Invariants of Human Behavior. *Annual Review of Psychology*, v. 41, p. 1-19, 1990.
- SMITH, Adam. *A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas*. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

- SMITH-DOERR, Laurel; POWELL, Walter W. Networks and Economic Life. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard (Ed.). *The Handbook of Economic Sociology*. Princeton University Press, 2005.
- STIGLER, George J. The Economics of Information. *Journal of Political Economy*, v. 69, n. 3, p. 213-225, 1961.
- STIGLER, George J.; BECKER, Gary S. De Gustibus Non est Disputandum. *The American Economic Review*, v. 67, n. 2, p. 76-90, 1977.
- TOUBOUL, Jonathan D. The Hipster Effect: When Anti-Conformists All Look The Same. *Discrete and Continuous Dynamical Systems-B*, v. 24, n. 8, p. 4.379-4.415, 2019.
- VALENTE, Marco. Evolutionary Demand: A Model for Boundedly Rational Consumers. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 22, n. 5, p. 1.029-1.080, 2012.
- VEBLEN, Thorstein. Why Is Economics Not an Evolutionary Science? *The Quarterly Journal of Economics*, v. 12, n. 4, p. 373-397, 1898.
- WEISS, Yoram; FERSHTMAN, Chaim. Social Status and Economic Performance: A Survey. *European Economic Review*, v. 42, n. 3-5, p. 801-820, 1998.
- WITT, Ulrich. Learning to Consume: A Theory of Wants and The Growth of Demand. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 11, n. 1, p. 23-36, 2001.
- WITT, Ulrich. Symbolic Consumption and the Social Construction of Product Characteristics. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 21, n. 1, p. 17-25, 2010.
- WITT, Ulrich. The Dynamics of Consumer Behavior and the Transition to Sustainable Consumption Patterns. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 1, n. 1, p. 109-114, 2011.
- ZELIZER, Viviana. Culture and Consumption. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard (Ed.). *The Handbook of Economic Sociology*. San Diego: Princeton University Press, 2005.

Mercado

Bruno Aguiar Carrara de Melo

1. INTRODUÇÃO

Ao adotar uma abordagem evolucionária microfundamentada, considerando agentes heterogêneos, alternativas de ações e influências nas decisões, é preciso investigar como são gerados os resultados agregados (macro).

A economia capitalista se caracteriza por coordenação através do mercado, em uma complexa e mutante relação com Estados e outras instituições, como firmas, universidades e o sistema financeiro. Uma infinidade de agentes – distribuídos em diferentes locais, atividades e associações – estabelece entre si vínculos de graus variados, conferindo flexibilidade à rede de influências mútuas.

Nesse sentido, a análise de sistemas complexos merece atenção como candidata a substituir o paradigma neoclássico. Muitas ideias de autores clássicos ou heterodoxos podem ser interpretadas em termos de complexidade e dinâmica fora do equilíbrio, em que tendências divergentes coexistem, e o resultado agregado depende da correlação comportamental e da sincronização dos elementos conforme a conjuntura.

O modo como agentes se relacionam é um ponto central da diferença entre a teoria ortodoxa e a abordagem de sistemas complexos. No idealizado mercado walrasiano da teoria marginalista, o leiloeiro atua como coordenador central que concentra as conexões. Nas análises de equilíbrio geral, os agentes não interagem diretamente entre si, mas através de um mercado impessoal. Já na teoria dos jo-

gos, todos os jogadores interagem entre si em uma rede completa. As estruturas de interação são simples e extremas: um com todos ou todos com todos. Assim, seria possível obter o todo (macro) pela soma dos comportamentos individuais de firmas e consumidores (micro).

Mas, em sistemas complexos a estrutura de relações importa. Interações repetidas, com adaptações mútuas, resultam em organização em estruturas de rede que afetam: a propagação de informações e de novidades; influências para tomada de decisão; expectativas; comportamentos coletivos; o desempenho agregado; e a robustez do sistema, isto é, a capacidade de reorganização para superar crises e evoluir.

Como o mercado é constituído por redes de transações comerciais entrelaçadas, a produção, a distribuição e o consumo limitam-se mutuamente. Mudanças em um setor exigem adaptação dos demais ao longo de cadeias produtivas e mesmo em mercados relacionados. Interações entre fornecedores, atacadistas, varejistas e consumidores levam à evolução de produtos, custos, qualidades e capacidades e produzem mudanças qualitativas no mercado.

Em um sistema com interações repetidas, como a economia, os agentes aprendem a se relacionar:

Se no mercado idealizado a estratégia padrão é barganhar ao máximo na transação imediata, em redes é preferível criar uma relação de compromisso e confiança a longo prazo, em que a reciprocidade é determinante. Assim, em uma economia de rede, a relação entre compradores e fornecedores não é apenas de competição, mas também de cooperação, estabelecendo-se uma relação duradoura e estável que permite a especialização (Barabási, 2009b [2002]).

Analisar mercados como arenas transacionais, destacando o aspecto de redes, permite explicar alguns aspectos considerados “falhas” de mercado pela economia ortodoxa. Afinal, sistemas descentralizados, com baixa regulação e com incentivos de curto prazo mostram estruturas emergentes com distribuições de cauda pesada – renda, riqueza e tamanho e poder de cidades, regiões, países e firmas – com sub-redes em que agentes centrais de grande relevância interconectam grupos de outros agentes com poucas conexões (Elsner, 2017).

Neste capítulo, são adotados estudos empíricos, históricos e teóricos para avaliar o papel do mercado na coordenação descentralizada de agentes, possibilitando diferentes resultados agregados conforme o contexto.

O item 2 analisa preços com instrumentos de sistemas complexos para revelar características do mercado e da economia ao longo do tempo incompatíveis com suposições de equilíbrio. O item 3 discute como a estrutura de rede afeta a

dinâmica do sistema econômico. O item 4 analisa a emergência da estrutura de rede sem escala e fractal do mercado associada à transição da economia para sistema complexo. O item 5 avalia a alternância entre períodos de ordens e outros de transição no capitalismo. O item 6 sugere processos de auto-organização na economia que permitem a emergência de propriedades agregadas, mas também conduzem a momentos críticos em dinâmicas fora do equilíbrio.

Este capítulo é derivado da tese de doutorado *A economia capitalista como sistema complexo: evolução de preços do trigo e emergência de estrutura fractal do mercado* (Carrara, 2024),¹ orientada por Eduardo Albuquerque e Leonardo Ribeiro.

2. PREÇO COMO VARIÁVEL AGREGADA DO SISTEMA ECONÔMICO

Ao estudar o mercado empiricamente, para subsidiar interpretações teóricas, é preciso selecionar alguma variável agregada que capte perturbações de diversas origens e suas repercussões devido a reações dos agentes econômicos. Análises estatísticas, com instrumentos apropriados, em conjunto com interpretações históricas contribuem para inferir os processos subjacentes.

Na década de 1960, quando trabalhava na IBM e com acesso a computadores de grande porte, o matemático francês Benoit Mandelbrot dedicou-se à economia. Ao analisar preços de algodão, trigo, títulos ferroviários, preços de ações e taxas financeiras, Mandelbrot (1963; 1967) notou afastamento da distribuição das variações de preços da curva normal.

O modelo básico de preços adotado na economia era derivado da teoria da especulação de Louis Bachelier, de 1900, que assumia passeio aleatório: variações de preços aleatórias, independentes e identicamente distribuídas e com média zero. Entretanto, o próprio Bachelier notou que evidências contradiziam o modelo: as variâncias não eram constantes e as caudas do histograma eram mais pesadas do que no caso gaussiano. Além disso, não havia composição de distribuições normais que desse conta de algumas grandes variações de preços, sendo necessário eliminá-las da análise como se fossem atípicas (*outliers*) (Mandelbrot, 1967).

Apesar disso, a teoria econômica assumiu o passeio aleatório no modelo de preços padrão, dada a possibilidade de adoção de instrumentos estatísticos simples. A Hipótese do Mercado Eficiente de capitais (HME)² assume que grande nú-

1. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/74287>>.

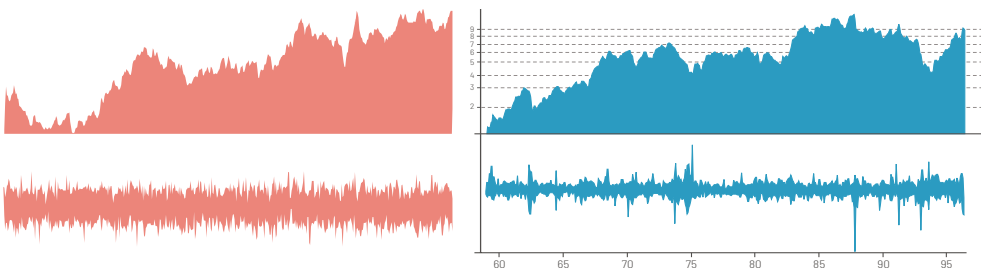
2. Desenvolvida entre as décadas de 1950 e 1970, tendo como alguns de seus principais autores: Cootner, Osborne, Markovitz (*Teoria moderna de portfólio*), Tobin, Sharpe (CAPM - risco como des-

mero de investidores racionais, avessos a riscos e maximizadores de lucro (*homo economicus*) competem no mercado financeiro tentando prever os valores futuros de títulos, com amplo acesso a informações relevantes. Com tais suposições, a teoria chega às seguintes conclusões: os agentes concordam, em termos coletivos, que o preço é justo (preço de equilíbrio derivado da lei dos grandes números); os preços refletem as informações relevantes (todas ou apenas as públicas), tanto de eventos passados quanto daqueles previsíveis; os preços só se alteram com informações inesperadas; não é possível bater o mercado fazendo uso de análises fundamentalistas; o passeio aleatório é a melhor metáfora para descrever mercados (Mandelbrot; Hudson, 2007; Peters, 1991).

Mas Mandelbrot (1997, p. 26) lista as discrepâncias entre o modelo de preços como passeio aleatório e os fatos, ilustradas pelos valores das ações da IBM na Figura 1:

- Aparente não estacionariedade das variações: se o passeio aleatório tem mudanças regulares, registros reais de preços apresentam intermitência, com alternância irregular entre períodos calmos e surtos de volatilidade.
- Instâncias repetidas de mudança descontínua (não linearidades): no registro de mudanças de preços, observam-se descontinuidades com picos pontiagudos.
- Concentração: grande parte das mudanças ocorre em curtos períodos de grande variabilidade de preço, isto é, os picos parecem agrupados.
- Comportamento cíclico, mas não periódico.

Figura 1. Preços e variações previstos pela Hipótese do Mercado Eficiente (caminho aleatório e ruído branco, respectivamente) e preços de ações da IBM de 1959 a 1996



Fonte: Mandelbrot (1997), p. 23, 18.

vio padrão de retornos), Fama, Black e Scholes (*Option Price Model*) e Ross (*Arbitrage Pricing Theory*) (Peters, 1991).

À esquerda, acima, a simulação de uma série temporal de preços como passeio aleatório, conforme HME. Abaixo, à esquerda, as variações aleatórias de preços dessa simulação, que se comportam como ruído branco.

À direita, o comportamento efetivo dos preços diários das ações da IBM de 1959 a 1996, em unidades de US\$ 10 em escala logarítmica. Abaixo, as variações desses preços, em unidades de 1%.

Essas divergências foram agrupadas pelo autor em duas características de natureza teórica, batizadas de Efeito Noé e Efeito José, a partir das histórias bíblicas do dilúvio e dos sete anos de abundância seguidos de sete anos de fome no Egito:

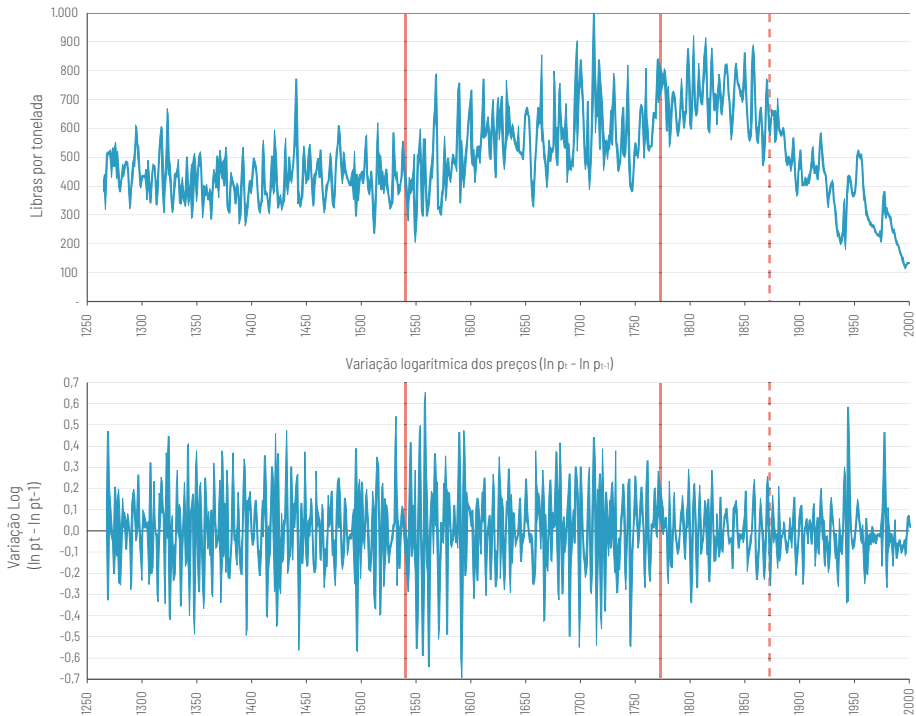
- 1 Distribuição leptocúrtica de mudanças de preços: excesso de pequenas variações e maior probabilidade de eventos extremos comparadamente à distribuição normal. Há mudanças súbitas e devastadoras, ou descontinuidade.
- 2 Existência de dependência de longo alcance, quando efeitos de fenômenos decaem mais lentamente do que o decaimento exponencial, como por um processo de decaimento em lei de potência.

Se a distribuição leptocúrtica se refere ao tamanho das variações, a dependência temporal diz respeito à ordem dos eventos e à duração de seus efeitos. Uma dessas características pode existir sem a outra, mas são concomitantes no que se refere a preços. Ou seja, a descontinuidade pode advir da dependência de longo alcance: quase-tendências resultantes de movimentos de manada (comportamentos ou expectativas) geram bolhas que explodem de repente (Mandelbrot, 1997).

É possível relacionar essa dinâmica a sistemas complexos, que comportam ordem e desordem e propagação em rede por cadeias de *feedbacks*. A análise de preços pode, portanto, revelar sinais associados a um sistema em equilíbrio ou a um sistema complexo com evolução, memória e não linearidades.

2.1. Transição da economia para sistema complexo

A série de preços anuais do trigo na Inglaterra de 1264 a 1996 corrigida pela inflação, retirada de Makridakis *et al.* (1997), permite avaliar mudanças estruturais na economia. É possível perceber na série reproduzida na Figura 2, junto de sua variação logarítmica: grandes oscilações em torno de um patamar até o começo do século XVI; a combinação de fortes variações com uma tendência crescente de meados do século XVI ao início do XIX; e um comportamento com tendência decrescente que alterna intervalos com leves variações, muitas vezes no mesmo sentido, com outras abruptas a partir de meados do século XIX.

Figura 2. Série de preços do trigo na Inglaterra e suas variações de 1264 a 1996

Fonte: Makridakis et al., 1997, p. 459. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20200313125900/https://ourworldindata.org/grapher/wheat-prices-in-england>>.

Ao longo da história, houve transformações do mercado do trigo por processos produtivos, armazenamento e comercialização, produtos que o utilizavam como insumo e formas de consumo. Mas, mesmo com todas as transformações, o trigo persistiu como base alimentar de grande parte da população mundial.

O preço do trigo pode ser uma variável agregada do sistema econômico que capta perturbações no mercado, não apenas restritas ao cereal, mas abrangendo outros setores. Afinal, além de um bem de consumo essencial que se relaciona a outros alimentos, o mercado do trigo afeta setores associados à sua produção (terra, insumos agrícolas, máquinas, trabalho rural), à distribuição (transportes, armazenagem, comunicação, comercialização) e mesmo a outras atividades, por se tratar de alimento básico relacionado ao custo de vida e ao salário. Pode-se considerar o trigo um insumo indireto, intermediado pelo trabalho, de todos os setores da economia. Perturbações em qualquer parte da rede de mercado podem se refletir nos preços do trigo. Assim, caso a economia seja um sistema complexo, espera-se captar assinaturas de complexidade em séries de preços do trigo.

A série de preços do trigo foi submetida a cálculos de curtoses, do espectro da transformada de Fourier e do expoente de Hurst, instrumentos estatísticos de sistemas complexos. Os resultados detalhados podem ser consultados em Carrara (2024).

As curtoses de distribuição de variações dos preços do trigo da série em diferentes períodos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Curtose de variações do preço do trigo de Makridakis *et al.* (1997)

Intervalos	1265-1535	1535-1770	1770-1996	1870-1996
Curtose	3,27	3,79	7,88	11,64

Fonte: Carrara (2024).

Como a curtose da distribuição normal é igual a 3, valores maiores indicam distribuição leptocúrtica, com grande quantidade de pequenas variações e alguns eventos extremos (cauda pesada). Observa-se elevação da curtose com a passagem do tempo, com maior afastamento da distribuição normal a partir de 1770.³

Instrumentos da estatística padrão que assumem normalidade passam a distorcer resultados, por tratarem eventos extremos como atípicos (*outliers*). Entretanto, esses eventos podem não apenas ser sintomas de processos cumulativos que produzem não linearidades (acumulações seguidas de avalanches) como podem induzir mudanças qualitativas devido à reorganização do sistema após momentos críticos.

Outro instrumento de sistemas complexos é a análise do espectro da transformada de Fourier, que permite descrever qualquer série temporal pelo somatório de funções oscilatórias (senos ou cossenos) de diferentes frequências, com suas respectivas amplitudes e fases.

Sistemas complexos caracterizam-se por espectro em lei de potência com expoente negativo ($A(f) \propto f^{-\alpha}$, ou $A(f) \propto 1/f^{\alpha}$). A maior relevância de baixas frequências indica dependência de longo alcance ou persistência de memória no sistema. Mas o espectro em lei de potência também revela contribuições de todas as frequências. Apesar da menor amplitude de altas frequências, não é possível desprezar a composição dessas frequências, associada a mudanças abruptas. Ou seja, em sistemas complexos há tanto persistências (memórias) quanto saltos (não linearidades).

As aparentes alterações na série de preços do trigo de longo prazo da Figura 2 sugerem que pode haver mudanças de indicadores no tempo. Portanto, em vez

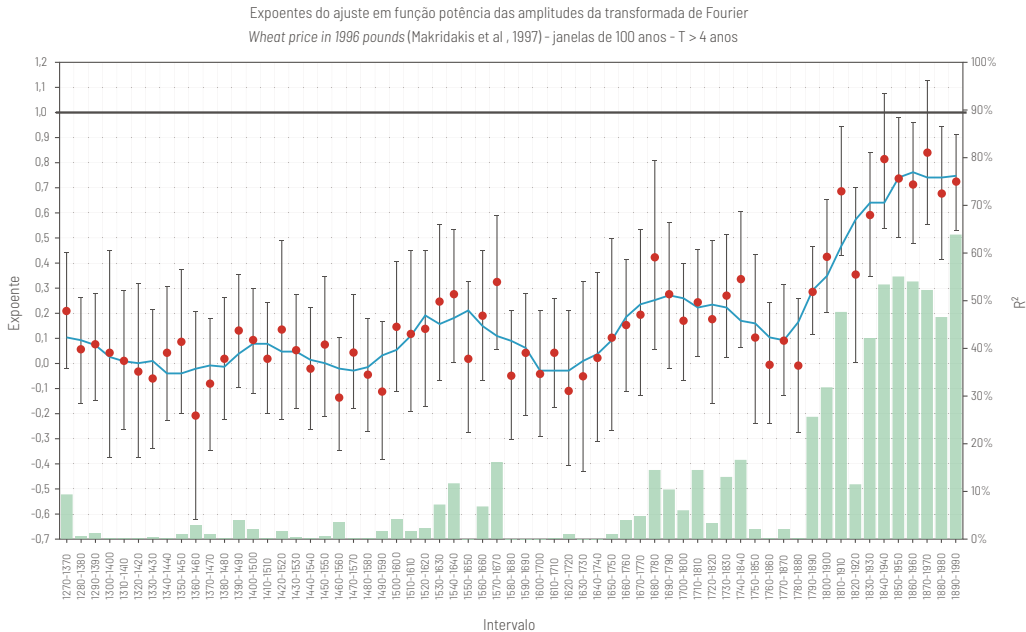
3. O aumento da curtose se deve mais à redução do desvio padrão das variações logarítmicas a partir de meados do séc. XIX, devido ao excesso de pequenas variações, do que da maior ocorrência de grandes variações. Ou seja, não houve aumento de eventos extremos em termos absolutos, mas relativos.

de cálculos sobre a série como um todo, optou-se por adotar, inicialmente, janelas dinâmicas com intervalos de 100 anos para identificar eventuais transições.

Tal procedimento foi inspirado pela constatação de Ribeiro *et al.* (2018) de que a economia capitalista moderna “não apenas funciona como um sistema complexo, mas também muda seu nível de complexidade ao longo do tempo” (p. 23). Isto é, ao contrário de sistemas complexos físicos que têm regras fixas (como lei da gravidade em um sistema de pêndulos compostos), a economia tem a peculiaridade de comportar variação nas regras de relações entre agentes.

A Figura 3 apresenta a evolução de ajustes em lei de potência da distribuição de amplitudes da transformada discreta de Fourier (DFT) em janelas de 100 anos, com variação de 10 anos entre janelas. Os módulos dos expoentes (α) de cada intervalo de 100 anos (pontos vermelhos, com barra de erro de previsão) são acompanhados da média móvel de cinco valores, centrada no intervalo corrente (linha azul). Há também uma linha cinza com a referência $\alpha = 1$ ($A(f) = c f^{-1}$), compatível com caminho aleatório. As colunas verdes referenciadas no eixo da direita trazem o coeficiente de determinação (R^2), medida da qualidade do ajuste da regressão linear da transformação logarítmica da função potência.

Figura 3. Evolução do ajuste do espectro de amplitudes em função potência em intervalos de 100 anos, considerando períodos acima de quatro anos



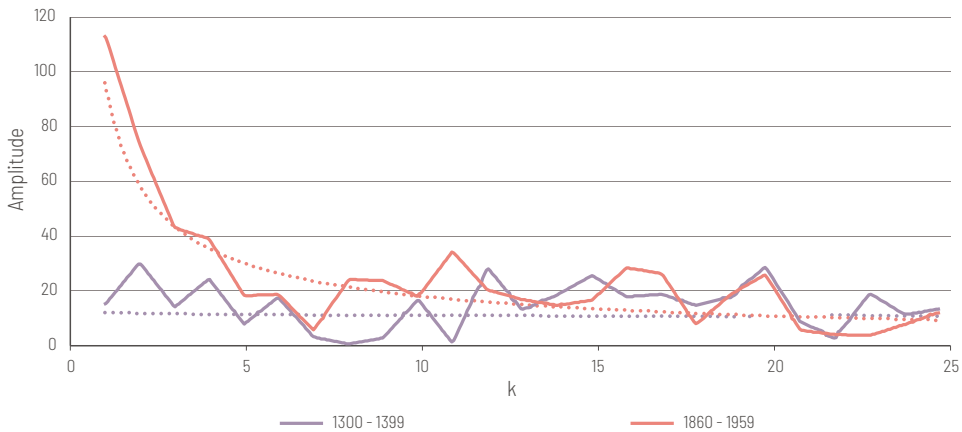
Fonte: Carrara (2024).

Pelas colunas verdes, nota-se que os ajustes das amplitudes em função de potência são ruins até o intervalo 1780-1880 ($R^2 < 20\%$). Apesar da fragilidade na interpretação dos valores dos expoentes, pelo mau ajuste da regressão, os valores próximos a zero sugerem comportamento semelhante a ruído branco, sem a preponderância de alguma faixa de frequência no sinal.

Entretanto, a partir do intervalo 1790-1890, os ajustes do espectro de amplitudes à função de potência melhoram consideravelmente, com R^2 atingindo patamares superiores a 50% a partir do intervalo 1840-1940.

A Figura 4 traz exemplos de espectros de amplitudes de transformada de Fourier de duas janelas de 100 anos, uma no início e outra no fim da série, acompanhadas dos ajustes à função potência (curvas pontilhadas). Se as janelas até o séc. XVIII tinham distribuição de amplitudes mais homogênea (com $\alpha = 0$: $A(f) = c f^0 = c$), como ruído branco, as janelas mais recentes assumiram espectro em lei de potência com expoente negativo (ruído $1/f$). As menores frequências, ou ciclos mais longos, passaram a ter maior peso, indicando a memória de longo prazo no sistema desde então. Por outro lado, a contribuição de todas as frequências sugere estrutura fractal da série temporal, com dinâmicas em todas as escalas de tempo.

Figura 4. Distribuição das amplitudes (espectros) da transformada de Fourier



Fonte: Carrara (2024).

Portanto, a análise da série de preços do trigo na Inglaterra de 1264 a 1996 sugere transição da economia para sistema complexo que coincide com a Revolução Industrial, quando houve: ampliação da escala de comercialização do trigo em âmbito mundial; produção em monoculturas voltadas à exportação; remoção de barreiras ao comércio internacional; desenvolvimento de meios de transportes

(ferrovias, navios e portos oceânicos) e de comunicação (telégrafo); negociação de grandes volumes padronizados em bolsas de *commodities*, que forneciam referência de preços; produção e comercialização de alimentos industrializados; e mudanças de hábitos alimentares, com o trigo se tornando a base alimentar da classe trabalhadora.

2.2. Capitalismo: ordens e transições entre ordens

Dada a constatação de que o sistema econômico tornou-se complexo a partir da Revolução Industrial, análises de preços do trigo de periodicidade mensal de outras fontes⁴ permitem avaliar com maior precisão processos econômicos no capitalismo.

Além do espectro da transformada de Fourier, foi calculado o expoente de Hurst,⁵ medida da persistência da memória, que admite valores entre 0 e 1. O expoente de Hurst se relaciona com a correlação temporal entre as variações pela fórmula:

$$C(t) = 2^{2H-1} \cdot I: \text{(Peters, 1994; Ribeiro, 2004).}$$

- se $H = 0,5$, as variações são independentes e igualmente distribuídas (iid), sem correlação temporal ($C(t) = 0$), e a série se comporta como passeio aleatório.
- se $0,5 < H < 1$, há persistência da memória ($C(t) > 0$) com variações positivamente correlacionadas (mesmo sentido), ocorrendo um processo de persistência ou amplificação, com reforço de variações.
- se $0 < H < 0,5$, a memória é antipersistente ($C(t) < 0$) com variações negativamente correlacionadas. Nesses casos, tende a haver reversões típicas de processos de dissipação (avalanches).

Assim, caso H divirja de 0,5, há memória de longo prazo no sistema.

A Figura 5 mostra os ajustes de regressões⁶ para cálculos dos expoentes de Hurst (à esquerda) e do espectro de Fourier⁷ (à direita). Esses instrumentos de

4. Preços do trigo em Chicago de 1842 a 1943, do *National Bureau of Economic Research* – NBER (<https://www.nber.org/research/data/nber-macrohistory-iv-prices>); e índice de preços ao produtor: trigo de 1947 a 2021, do *US Bureau of Labor Statistics*, do *Federal Reserve Bank of St. Louis* – Fred (<https://fred.stlouisfed.org/series/WPU0121>).

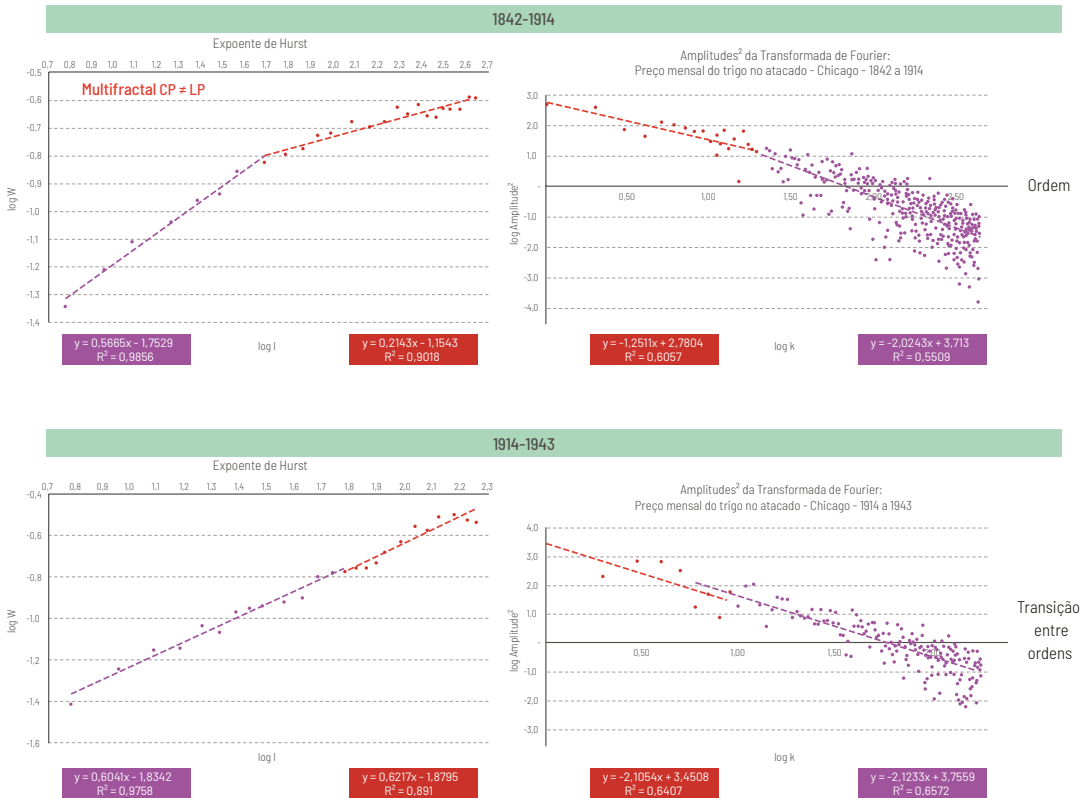
5. Os cálculos de expoentes de Hurst foram feitos pelo método *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) (Moreira *et al.*, 1994; Weron, 2002). Trata-se de uma medida da taxa de variação do desvio padrão conforme se varia o tamanho dos intervalos (escala de observação, zoom da imagem).

6. Na transformação logarítmica, a função potência se torna reta com inclinação igual ao expoente.

7. Dessa vez, o expoente se refere ao espectro de densidade de potência, como é usual na física, em

análise podem indicar assinaturas de sistemas complexos em caso de $H \neq 0,5$ e expoentes de Fourier com β negativo e R^2 indicando bom ajuste à lei de potência. Em vez de ajuste dos pontos a uma única reta, considerou-se multifractalidade,⁸ que implica quebra do expoente de regressão entre escalas temporais.

Figura 5. Expoentes de Hurst e de espectro de potência de Fourier ($\beta = 2\alpha$)



Fonte: Carrara (2024), com série mensal de preços do trigo em Chicago do NBER.

Observa-se que o conjunto de pontos em violeta – que se refere aos menores tamanhos de intervalos (de 4 a 8 anos) – tem expoente de Hurst (coeficientes da

vez do espectro de amplitude. Os expoentes dos espectros da lei de potência da amplitude (α) e da densidade de potência (β) se relacionam por $\beta = 2\alpha$ (Higuchi, 1990).

8. Se um fractal implica invariância estatística em todas as escalas, no multifractal a invariância da relação de autoafinidade se restringe a determinadas faixas de escala. Multifractais são mais comuns na natureza, por serem raros os processos que atuam da mesma forma em todas as dimensões da escala temporal ou espacial (Mandelbrot, 1997).

regressão) maior que 0,5 (0,5665 para 1842-1914 e 0,6041 para 1914-1943), indicando leve persistência ou reforço de variações no horizonte temporal de curto prazo. Já para o conjunto em vermelho, de tamanhos de intervalos maiores, o expoente de Hurst é bem menor que 0,5 (0,2143) para 1842-1914 e maior que 0,5 (0,6217) para 1914-1943.

Isto é, o período de ordem britânica (1842-1914) é marcado pela multifractalidade (quebra do expoente de Hurst entre o curto e o longo prazo): leve persistência de variações no curto prazo e considerável antipersistência no longo prazo. Conforme Peters (1991, cap. 8) a quebra do expoente de Hurst aponta a presença de ciclos não periódicos, quando ocorre alteração de efeitos da memória. Esses ciclos não periódicos indicam que tendências persistentes de curto prazo ($H > 0,5$) apresentam algum tipo de reversão entre 4 e 8 anos.

Já o período de guerras (1914-1943), que envolve transição de ordem econômica mundial, apresentou expoentes de Hurst um pouco maiores que 0,5 tanto para o curto quanto para o longo prazo, indicando alguma persistência das variações. Como nesse período prevaleceram desordem econômica e desestruturação institucional, provavelmente, agentes que adotavam horizonte de longo prazo para tomada de decisões perderam suas referências. Esses agentes podem ter reduzido a atuação no mercado ou adotado horizontes mais curtos, influenciados por especulações, conforme Hipótese do Mercado Fractal de Peters (1991; 1994). Ou seja, a economia teve alteração de dinâmicas quando prevaleceu a desordem, deixando de ser multifractal e assumindo certa uniformidade entre curto e longo prazos.

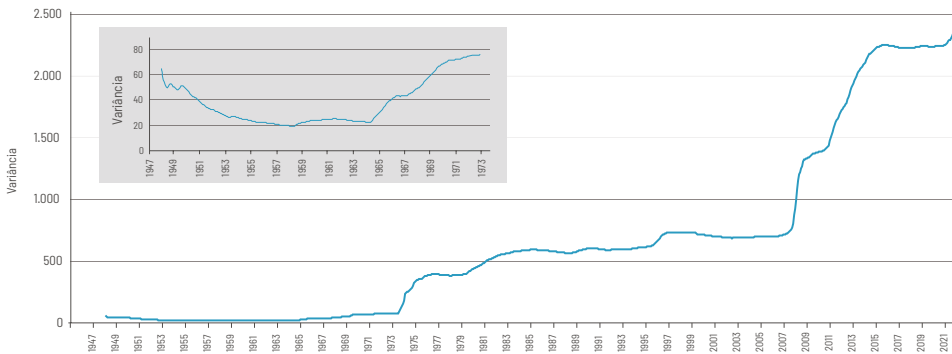
O mesmo ocorreu ao analisar a série mensal do índice de preços ao produtor: trigo de 1947 a 2021. Foi observada multifractalidade durante o período de ordem estadunidense (1947 a 1971): $HCP = 0,547$ e $HLP = 0,166$, ou seja, alguma persistência no curto prazo e forte antipersistência no longo prazo. Já para o período de transição entre ordens no mercado do trigo 1973 a 1995,⁹ os expoentes de Hurst foram próximos a 0,53 tanto no curto quanto no longo prazo, descaracterizando a multifractalidade.

A Figura 6 apresenta a variância acumulada ao longo da série (para observação de seus detalhes, o intervalo 1947-1973 foi ampliado). Em vez de estabilidade, como em caso de distribuição normal das variações, há saltos em momentos que

9. A partir de 1995, estabeleceu-se uma nova ordem econômica no comércio de alimentos (Terceiro Regime Alimentar) quando a agricultura foi integrada à agenda de livre comércio da Organização Mundial do Comércio (OMC). Passou a haver disposições para redução de impostos de importação agrícola (regras mínimas de acesso a mercado) e de subsídios internos à exportação. Políticas nacionais neoliberais e a liberalização do comércio sob a coordenação da OMC buscaram restabelecer condições de estabilidade sob princípios de “livre comércio” (Magnan, 2016).

concentram alta volatilidade. Ou seja, há intermitência na economia, com períodos de relativa estabilidade¹⁰ separados por outros de criticalidade, quando há reorganização do sistema, com alterações em processos que se refletem em mudanças de comportamento de variáveis agregadas.

Figura 6. Variância acumulada



Fonte: Carrara (2024), com série mensal de índices de preços do trigo do U.S. Bureau of Labor Statistics.

Resumindo, os resultados sugerem que períodos em que predomina alguma ordem econômica mundial são marcados por multifractalidade, com diferença entre o curto e o longo prazo. No curto prazo, há persistência de memória, provavelmente devido ao alinhamento de expectativas que resultam em tendências, como movimentos de manada, disseminação de tecnologias e de rotinas entendidas como superiores ou de hábitos de consumo, por exemplo. Após algum tempo, inevitavelmente há reversão da tendência com a ocorrência de algum evento que percola pelo sistema, levando a economia a um ponto de criticalidade, com alta velocidade de transmissão de informações e grande variância de variáveis agregadas. Porém, em vez de colapsar, processos de auto-organização sustentam o sistema. Assim, o longo prazo se caracteriza por reversões de tendências, como estouro de bolhas de expectativas ou mudanças de percepção quanto a técnicas produtivas superiores ou a modas de consumo. Durante ordens econômicas, o sistema se reestrutura rapidamente, mantendo sua organização.

10. Relativa estabilidade de regras e de expectativas quanto ao futuro, o que não implica equilíbrio. Pelo contrário, as ordens favorecem o alinhamento e a configuração de tendências de mudanças, com progressiva disseminação de inovações e aprofundamento de redes.

Mas há alguns períodos em que o sistema se desorganiza, como em 1914-1945 e após os anos de 1971-1973. Nesses períodos, há aumento do expoente de Hurst de longo prazo, que pode assumir valores próximos a 0,5 e até mesmo superiores, resultando em semelhança entre comportamentos no curto e no longo prazo. Isto é, nesses momentos de transição entre ordens econômicas, processos de auto-organização levam mais tempo para estabilizar o sistema, muitas vezes exigindo reorganização, tanto da estrutura da rede de relações quanto mudanças institucionais.

As análises empíricas de séries de preços mostraram que, em vez de equilíbrio, o sistema econômico capitalista tem sinais de sistemas complexos. Por isso, é preciso considerar a estrutura de influências ao avaliar o comportamento agregado (macro) mutável.

3. REDES

Características reveladas pela análise de séries temporais de preços no capitalismo – como distribuição leptocúrtica de variações, não linearidades, intermitência, concentração de volatilidade em momentos críticos e efeito de memória – têm relação com a organização do sistema. Afinal, a dimensão temporal e as dimensões espaciais se associam através da taxa de propagação dos eventos pelo sistema (Bak *et al.*, 1987). Para que uma perturbação local possa propagar em todas as escalas espaciais, produzindo flutuações temporais de todas as escalas de tempo, é preciso haver uma estrutura de rede compatível.

Para o físico Albert-László Barabási (2009a), todos os sistemas percebidos como complexos – como internet, cérebro, sistemas social e econômico – consistem de um número extraordinariamente grande de componentes que interagem por redes intrincadas. A teoria de redes estuda as dinâmicas dos processos que ocorrem em redes e como os agentes reagem a mudanças do ambiente.

As relações são determinantes em sistemas complexos devido aos fluxos de informações e de recursos que orientam mecanismos de auto-organização e pela forma de disseminação de perturbações (novidades).

Watts e Strogatz (1998) destacaram a relevância de avaliar o impacto da estrutura de rede nas dinâmicas coletivas de sistemas reais – biológicos, sociais e tecnológicos – que estão entre os extremos completamente regular ou completamente aleatório. Se redes fracamente conectadas permitem comportamentos aleatórios de seus elementos, redes completamente conectadas podem levar a estado de sincronização total. Mas outras topologias podem produzir fenômenos locais e comportamentos complexos (Strogatz, 2001).

Uma das primeiras tentativas de estudar redes foi feita por Erdős e Rényi adotando modelo de rede randômica. Ao conectar elementos de forma aleatória, havia abrupta transição de fase após um número crítico de conexões, com a emergência de um aglomerado gigante no sistema que antes contava com muitos elementos e grupos isolados. Nesse aglomerado interconectado, o caminho entre quaisquer elementos era drasticamente reduzido, favorecendo a transmissão de informações (Barabási, 2009b; [2002]; 2016).

Muitos sistemas reais exibem tanto alto agrupamento típico de estruturas regulares quanto pequenos tamanhos de caminho que ocorrem em redes aleatórias. Watts e Strogatz (1998) batizaram essas redes de “mundo pequeno” em referência ao fenômeno conhecido como “seis graus de separação”. Redes desse tipo permitem grande velocidade de propagação de sinais e coordenação global, viabilizando sincronização entre os elementos. Mudanças no acoplamento na rede levam a pontos críticos associados a fenômenos cooperativos, quando são formados agrupamentos coordenados — análogo temporal da transição de fase¹¹ (Strogatz, 2001).

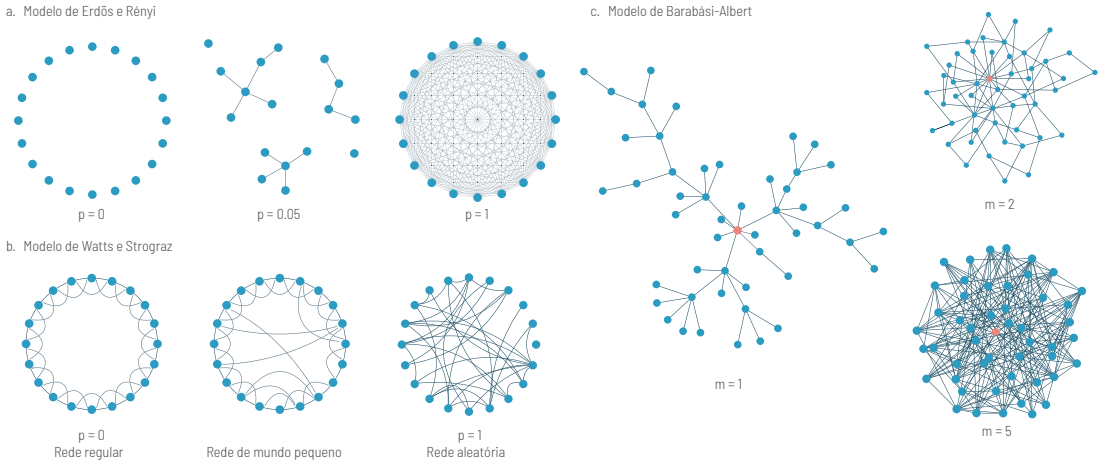
Já Barabási (2009a; 2009b; 2016) argumentou que a estrutura e a evolução de redes são indissociáveis e que redes com propriedades de “mundo pequeno” podem ser criadas a partir de processos simples que envolvem apenas dois mecanismos: crescimento e conexão preferencial. Se a conexão de novos elementos (crescimento) for definida por probabilidade proporcional ao número de conexões dos elementos preexistentes (conexão preferencial), haverá emergência natural de *hubs*, que concentram ligações, em um processo do tipo “rico fica mais rico”. Se o crescimento é um traço essencial de redes reais que invalida a hipótese estática, a conexão preferencial invalida a hipótese de caráter democrático, havendo tendência à concentração, assimetria de poder e desigualdade, já que *hubs* atraem novas conexões em processos cumulativos que resultam em distribuição em lei de potência.

A Figura 7 ilustra diferentes redes geradas por modelos e algumas alterações conforme a definição de parâmetros. Em “a”, são apresentadas redes com conexões aleatórias dos modelos de Erdős e Rényi, conforme as probabilidades (p) de conexão: desde um sistema sem conexões ($p=0$) até uma rede completa, com todos os elementos conectados entre si ($p=1$). A parte “b” ilustra o modelo de Watts e Strogatz e como a variação do parâmetro “ p ” altera a rede de regular ($p=0$), com conexão apenas entre elementos vizinhos, para completamente aleatória ($p=1$). Interessante notar que a adição de poucas conexões aleatórias na rede regular,

11. Como sincronização de vagalumes, cardumes, bandos de aves e cantos de cigarras.

que funcionam como atalhos, confere propriedades de mundo pequeno.¹² Já a parte “c” mostra o modelo de Barabási e Albert, em que crescimento e conexão preferencial formam redes sem escala. O parâmetro “m” define quantas conexões cada elemento estabelece ao ser adicionado no sistema.

Figura 7. Exemplos de redes de diferentes modelos



Fonte: Oliveira, Rute; Sanz, Liliana; Chaves, Rafael (2022).

Em redes randômicas com muitos elementos, como as estudadas por Erdős e Rényi, as conexões (*links*) entre elementos têm distribuição próxima à normal (binominal ou de Poisson). Mas muitas redes reais exibem muitos elementos com poucas conexões (nós) e alguns poucos elementos com muitas conexões (*hubs*), com distribuição de número de conexões em lei de potência. Nesse tipo de rede, há diferenças de ordens de magnitude entre elementos, fazendo com que não haja nem elemento representativo nem escala característica. Por isso, essas redes são denominadas rede sem escala (Barabási, 2009b [2002]; 2016).

Isto é, em sistemas com rede sem escala, há grande assimetria de ligações entre os elementos, reduzindo a relevância do valor médio. Afinal, do que adianta considerar o elemento médio como representativo se há alguns *hubs* que dominam as dinâmicas do sistema pela sua influência?

12. Diante de restrições físicas a conexões a distância, redes regulares são mais prováveis. Redes aleatórias desconsideram custos de ligação conforme a localização. Atalhos exigem estabelecer ligações a distância.

As informações que fluem pelo sistema são capturadas pelos elementos da rede conforme sua localização. Um hub, por estar conectado a muitos nós, percebe rapidamente uma perturbação na vizinhança, podendo reagir ou não. Caso atualize seu estado devido à informação capturada, o hub pode transmiti-la adiante pela rede através da ligação com outros *hubs* e muitos nós de diversos graus,¹³ que também podem atualizar seus estados, havendo possibilidade de sincronização. Em caso de percolação da perturbação pelo sistema, há súbita mudança, ou descontinuidade, em variáveis agregadas do sistema.

Redes sem escala são relevantes no estudo de sistemas complexos porque possuem propriedades de “mundo pequeno” (pequenos caminhos e alto grau de agrupamento). É possível tanto a rápida transmissão de informações pelo sistema através de ligações entre os *hubs* quanto lapso temporal de atualização em elementos e grupos (comunidades) pouco conectados, conferindo características de turbulência na difusão de novidades pelo sistema.¹⁴

A grande influência dos *hubs* nos processos de sincronização implica maior probabilidade de eventos extremos, que podem provocar desequilíbrios. Mas, em vez de colapso, em sistemas complexos ocorre auto-organização entre os elementos, com comportamentos exploratórios redefinindo a rede de relações, inclusive com novas regras de interação. Redes sem escala também são mais resistentes a falhas, pois é mais provável que algum dos muitos nós pouco conectados seja atingido por impactos aleatórios do que um raro hub. Tais características contribuem para que o sistema continue integrado, favorecendo redes sem escala em processos evolutivos.

No modelo com crescimento e conexão preferencial, os elementos inseridos no início têm maior probabilidade de estabelecerem novas ligações do que os mais recentes, havendo maior poder dos pioneiros. No entanto, o modelo básico de formação de rede sem escala pode ser alterado para permitir renovações e transformações, como a morte de elementos, surgimento de outros *hubs* e mesmo transição de poder na rede, com reflexo em sua topografia. Basta que se considere a aptidão (*fitness*) de cada elemento para estabelecer novas conexões em um ambiente competitivo. Ou seja, além da história, as características intrínsecas dos elementos

13. O grau de um elemento indica o número de conexões com outros elementos. Em redes sem escala, graus de elementos são distribuídos conforme lei de potência.

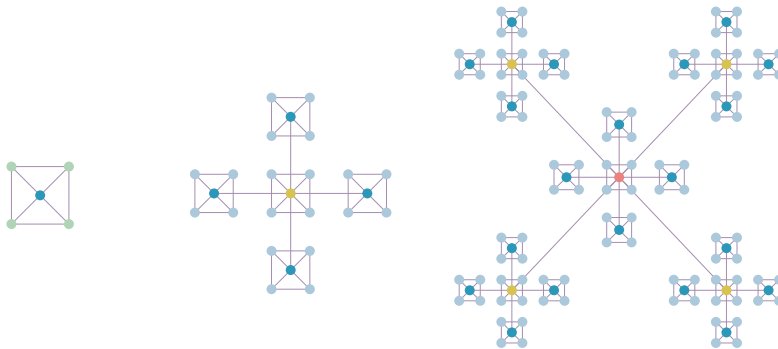
14. Touboul (2019) analisou como indivíduos, à medida que interagem, adotam símbolos conformistas (seguem a maioria) ou anticonformistas. Em seu modelo, ele notou o efeito Hipster: apesar da intenção de agirem de forma diferente, os anticonformistas (hipsters) fazem as mesmas escolhas e acabam parecendo entre si. Isso ocorre porque atrasos (delays) heterogêneos na propagação de informações resultam em comportamento complexo do sistema, com a população de hipsters, que inicialmente agia de forma aleatória, passando por uma transição de fase para um estado sincronizado.

podem afetar a atratividade a novas ligações. E em sistemas com competitividade – como biológico, social e econômico – a aptidão dos elementos importa (Barabási, 2009b [2002], 2016).

Dificuldades de conexão à distância também podem afetar a forma da rede, favorecendo a relação entre vizinhos e localismo. Nesse caso, a rede pode assumir estrutura regular e pode haver isolamento entre grupos por alguma barreira de comunicação.

Entretanto, à medida que cresce, a rede pode desenvolver estrutura fractal,¹⁵ replicando a organização em diferentes escalas devido à repetição de processos, como ilustrado na Figura 8. À esquerda, há um esquema de rede que simula o comércio entre vilas vizinhas, com uma delas com localização privilegiada acumulando transações pelo menor custo de transporte. Nessa vila central, rendimentos crescentes favorecem a divisão de trabalho e a especialização. Eventualmente, alguns grupos de vilas irão se conectar intermediadas pelas vilas centrais, que contam com especialistas de comércio e melhor infraestrutura, como no esquema do meio. Com o crescimento do sistema, alguma forma de conexão que supera longas distâncias torna-se viável e ocorre conexão entre grupos, em um processo de integração da rede. Esse processo pode se repetir em outras escalas, em um processo circular e cumulativo¹⁶ que permite tanto maior fluxo entre os agentes centrais, que se tornam *hubs*, quanto inclusão de agentes periféricos no sistema.

Figura 8. Estrutura fractal



Fonte: Carrara (2024).

15. Se fractais matemáticos são regulares e determinísticos, em sistemas naturais há margem para imperfeições e variações. Por isso, pode não haver perfeita simetria em sistemas naturais e humanos, mas semelhança estatística que envolve transformação de escala assimétrica, ou autoafinidade.

16. Nos três primeiros capítulos de *A riqueza das nações*, de Adam Smith (1985 [1776]), é discutida a relação circular entre divisão de trabalho e extensão do mercado, um processo com *feedback* positivo que resulta em desenvolvimento econômico.

A emergência de estruturas sem escala e fractal permite a transmissão de informações em grande velocidade nas partes da rede bem conectadas. A característica de mundo pequeno torna possível longas correlações comportamentais entre agentes, com dinâmicas de ações e reações capazes de propagar novidades por todo o sistema.

Mas essas estruturas de rede também comportam regiões e atores menos conectados, com lapsos temporais de atualização a novidades e de reações. Passa a haver, portanto, turbulência no sistema e dinâmicas complexas, como as observadas por Touboul (2019), com regiões da rede muito ativas que respondem rapidamente e outras com defasagem.

Quando se aplica a teoria de redes à economia, outro aspecto deve ser levado em consideração: em muitos sistemas complexos, as relações são mais frequentes entre agentes semelhantes, que compartilham localização, origem ou interesses. Mas, no sistema econômico, as relações no mercado ocorrem entre agentes diferentes, já que é preciso haver diversidade (de acesso a recursos, de aptidões, de interesses) para haver trocas.

Por tratar-se de redes que conectam agentes diferentes, a ampliação da escala de transações requer coordenação. À medida que foram se tornando centrais, relações no mercado passaram a ser mediadas por mecanismos – como uso do dinheiro, padronização de pesos e medidas, marcas para sinalizar qualidade – que reduziram a relevância de vínculos pessoais de forma a permitir ampliação da escala e da abrangência e redução do tempo de circulação. Mas também é preciso considerar que a maioria das transações ocorre através de intermediários – como transportadores, comerciantes (atacadistas e varejistas) e agentes financeiros – com relações que envolvem reputação e fidelidade, que não prescindem de relações sociais (Langlois; Cosgel, 1996).

4. EMERGÊNCIA DA ESTRUTURA SEM ESCALA E FRACTAL DO MERCADO

Através de análise histórica, esta seção busca associar a transição da economia para sistema complexo na época da Revolução Industrial com o processo de formação de rede sem escala e fractal do mercado.

Até o século XVI, grande parte das necessidades de consumo era obtida fora do mercado e os preços não desempenhavam papel tão relevante no cotidiano. Para que cidades prosperassem com atividades artesanais e comerciais, o fornecimento regular de alimentos dependia do campo circundante ou de regiões vizinhas, implicando relações locais de interdependência. Por serem sensíveis a diversas

perturbações regionais e devido à rede fragmentada, os preços apresentavam padrão aleatório, como visto no estudo empírico.

Dadas as dificuldades de transporte, o comércio de longa distância se restringia a bens de alto valor em relação ao peso e volume. Rotas comerciais acabaram por estabelecer certa regularidade de trocas de alguns produtos através de feiras periódicas que conectavam cidades. Surgiram instrumentos financeiros entre mercadores para garantir segurança de viagens, facilitar trocas e conferir crédito.

Durante a Idade Moderna (século XVI a XVIII), iniciou-se uma longa transição da economia para sistema complexo. Com a progressiva unificação territorial e fortalecimento do poder central, Estados atuaram na integração de mercados nacionais. Navios a vela permitiram a exploração de recursos de colônias e o comércio desigual em mercados cativos pelo uso da força, favorecendo a acumulação nas metrópoles.

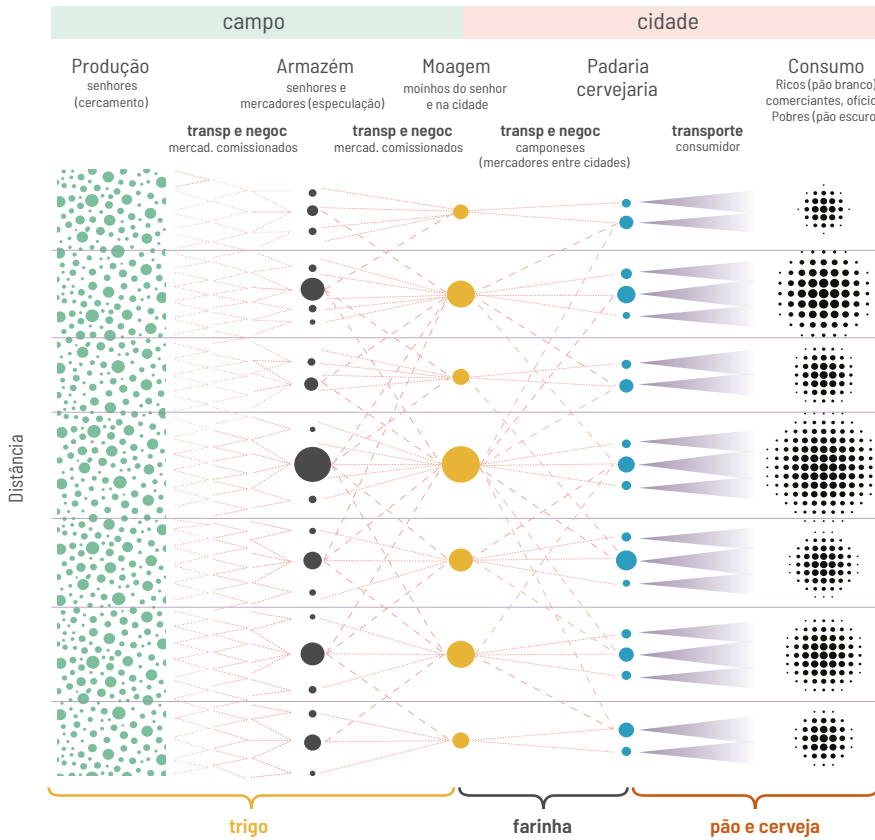
A Revolução Agrícola Britânica, a partir dos séculos XVII, ampliou a produtividade de alimentos, sustentou o aumento populacional e promoveu reestruturação fundiária com propriedades privadas e expulsão de camponeses, que migraram para cidades (Braudel, 2005). A maior demanda em cidades pressionava por mudanças no setor alimentar.

Os processos de institucionalização da propriedade privada e de constituição de mercados de terra, trabalho e dinheiro – considerados mercadorias fictícias por Polanyi (2000 [1944]) – inseriram a maior parte da população nos mecanismos de mercado. Despojados de meios de produção, trabalhadores migraram para cidades e passaram a receber salários, tendo de obter meios de subsistência no mercado (Marx, 2013 [1867]). Os preços passaram a ser centrais na coordenação descentralizada de atividades e para a manutenção da ordem.

Políticas protecionistas no comércio externo regulavam o mercado interno para proteção dos interesses de classes dominantes e para evitar instabilidades sociais.

A Figura 9 traz um esquema da cadeia produtiva do trigo nessa época.

Figura 9. Cadeia produtiva na Idade Moderna



Fonte: Carrara (2024).

O comércio de alimentos ainda era predominantemente entre cidade e campo circundante. Mas havia transações entre cidades, em especial com cidades comerciais – geralmente localizadas em pontos estratégicos e com portos – ou em tempos de crises de produção devido a pragas, questões climáticas ou guerras. Já o comércio de longa distância de grãos se limitava a épocas de crise, quando os altos preços compensavam os riscos.

Os precários meios de transportes limitavam o deslocamento, exigindo frequentes transbordos de cargas e muitos intermediários. As atividades de armazenagem e moagem deixaram de ser dominadas por senhores feudais, passando a ser exercidas por mercadores. O varejo (padarias e cervejarias) se desenvolveu em cidades, mas o consumo era segregado de acordo com a classe social, sendo o macio pão branco de trigo um produto de luxo destinado às classes privilegiadas.

Apesar dos processos de crescimento e de integração da rede de mercado,¹⁷ as fracas ligações internacionais, por limitações nos transportes e medidas protecionistas, barravam os encadeamentos de ações e reações e os preços ainda não tinham assinaturas de sistemas complexos.

A Revolução Industrial inglesa, a partir do final do século XVIII, ao mesmo tempo que ampliou a necessidade de nutrir trabalhadores assalariados em fábricas, conferiu os meios para sua superação. Avanços em transportes ampliaram a abrangência comercial, mesmo de mercadorias pesadas, volumosas e menos valiosas. Inovações de meios de comunicação revolucionaram o acesso a informações e favoreceram a coordenação à distância. A progressiva integração reconfigurou o mercado mundial.

As restrições ao comércio internacional de trigo – como as *Corn Laws* – somente foram revogadas quando, em 1846, a peste da batata causou fome e disparou uma onda de revoltas populares pela Europa. Aproveitando-se da política que estimulava a produção agrícola para exportação e da estrutura para comércio internacional do algodão, os Estados Unidos (EUA) reativaram a produção de trigo em larga escala e inundaram a Europa de grão barato (Nelson, 2022).

A retirada de restrições à importação por países europeus resultou em uma série de perturbações que desestruturaram o mercado do trigo: guerra entre Rússia e Turquia pelo controle da passagem do Mar Negro para o Mediterrâneo (1853-56); acirramento da divergência entre Norte e Sul dos EUA que culminou na Guerra de Secessão (1861-65); e Crise Agrária e Pânico de 1873 devido à desvalorização de terras europeias e seu impacto no sistema financeiro (crédito de longo prazo) (Nelson, 2022).

Após um período de marcantes transformações, o comércio internacional se estruturou sob a hegemonia do Reino Unido, que adotou princípios de liberalismo comercial e o padrão ouro. A estabilidade de regras permitiu ampliação da divisão internacional de trabalho, com países se especializando na produção de alimentos, insumos ou manufaturas.

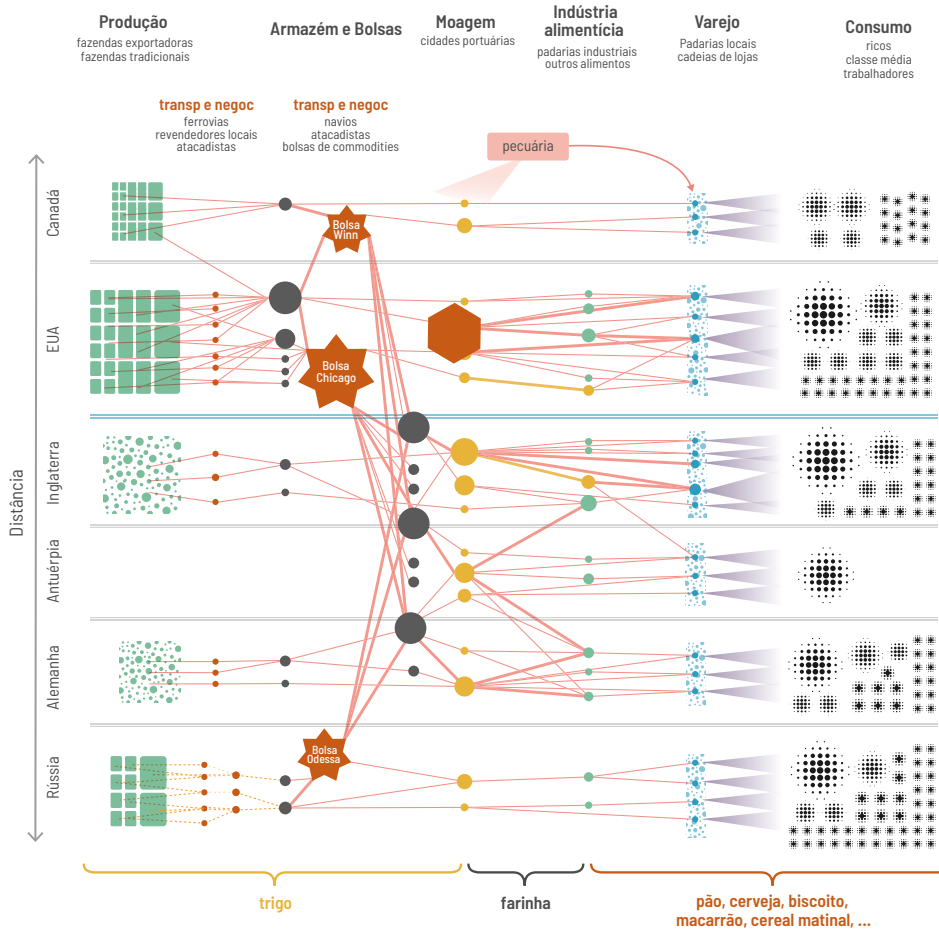
Inovações em transportes, máquinas, materiais e técnicas gerenciais viabilizaram o aproveitamento de rendimentos crescentes. O maior acesso ao crédito, com ativos se convertendo em colaterais, favoreceu a concentração. Processos circulares e cumulativos que envolviam crescimento e conexão preferencial resultaram em distribuição de tamanhos de empresas/cidades/países em lei de potência.

17. Outras mercadorias, como açúcar, tecidos/roupas, especiarias e escravos tinham maior integração comercial, mas se restringiam a relações entre impérios e suas colônias.

Grandes agentes (*hubs*) estabeleceram relações entre si, superando barreiras comerciais e gerando dinâmicas em escalas mais amplas.

A Figura 10 apresenta o esquema da rede produtiva do trigo durante a ordem britânica. Em vez de esquema de cadeia produtiva na escala regional, como na Figura 9, a integração internacional do mercado do trigo exigiu a representação em escala mais ampliada, com relações em países e entre países.

Figura 10. Cadeia (rede) produtiva no Primeiro Regime Alimentar



Fonte: Carrara (2024).

O mercado do trigo assumiu escala global e afetou as escalas menores, ampliando a divisão de trabalho. Em nível local, passou a haver diferentes tipos de

cidades, como a cidade rural especializada na produção de trigo para exportação e a cidade portuária europeia, que transformava o trigo importado em farinha para reexportação ou distribuição interna por meio de rios navegáveis e ferrovias.

Em nível regional, ferrovias permitiram integração e aprofundamento do mercado no interior. Cidades conectadas à rede ferroviária prosperaram, enquanto aquelas em caminhos antigos perderam relevância. Cidades com portos oceânicos se tornaram *hubs* do comércio internacional. A orientação ao exterior favoreceu indústrias pelo barateamento de insumos e acesso a mercados. Sobras da moagem eram encaminhadas ao meio rural para criação de animais. O barateamento do pão branco e o acesso a laticínios e carnes alteraram hábitos de consumo (Magnan, 2016; Nelson, 2022).

Pela primeira vez, passou a haver fluxos de trigo na escala global. As ferrovias e os aprimoramentos na navegação transoceânica (navios de aço a vapor) viabilizaram o comércio regular a longa distância. Com isso, emergiram regras transacionais – como padronização e métodos de negociação em bolsas de *commodities* – que estabilizaram o ambiente comercial, permitindo a correlação de atividades (como divisão de trabalho) em larga escala e efeitos de memória no sistema.

Com a ampliação do volume comercializado, houve transformações ao longo de toda cadeia produtiva. A produção passou a ocorrer em grandes fazendas voltadas à exportação. Na distribuição houve esforços de atacadistas para aumentar a velocidade de circulação envolvendo mudanças nos meios de transporte, de armazenamento e de negociação (Chandler, 1999). A redução do preço permitiu que o trigo deixasse de ser destinado às elites para se tornar alimento básico de trabalhadores nas cidades.

Ocorreu a emergência de estrutura de mercado com rede sem escala representativa e fractal: atores de variadas dimensões, dinâmicas em todas as escalas e influências mútuas. As conexões longas se davam através dos *hubs*, estabelecendo novo nível hierárquico de relações. Partes muito conectadas captavam perturbações de todo tipo e se adaptavam rapidamente. As ligações entre *hubs* atuavam como avenidas de rápida circulação de mercadorias e de informações. Mas as informações e eventos demoravam a chegar a outras partes. Passava a haver propagação por cadeias de eventos com defasagens de respostas que conferiam características de turbulência.

A organização de mercado – com infraestruturas de transportes e de comunicações, ocupação da rede de mercado por grandes agentes e regras relacionais consolidadas em instituições – passou a fornecer bases para desenvolvimento, produzindo efeitos de memória e persistências.

No entanto, se a ordem favorecia a coordenação entre agentes e melhor desempenho da economia, a progressiva ampliação da escala comercial revelava gargalos, contradições e disputas entre potências pelo suprimento de trigo. Reações à ordem britânica culminaram em guerras mundiais e crises de superprodução que desestruturaram o mercado e exigiram intervencionismo estatal para garantir a segurança alimentar.

5. EVOLUÇÃO: MUDANÇAS GRADUAIS E SALTOS

Esta seção busca explicar a alternância, revelada no estudo empírico, entre períodos de ordem e outros de transição com a abordagem de sistemas complexos, em que o resultado agregado depende da estrutura de coordenação do sistema.

Períodos de ordem caracterizam-se pelo predomínio dos processos de auto-organização com coordenação descentralizada. Como elementos com alternativas definem seus comportamentos conforme as influências das condições locais do ambiente, que inclui as relações com outros elementos, em processos recursivos e com *feedbacks*, a interação repetida pode resultar em sincronização, com elementos agindo em conformidade, configurando agrupamentos com cooperação e especialização, que melhoram o desempenho coletivo.

Mas a especialização também implica interdependência, o que requer manutenção de um ambiente favorável à integridade do agrupamento. Assim, são desenvolvidos mecanismos de proteção diante de perturbações externas, como barreiras, redundância e flexibilidade, que conferem relativa estabilidade e a continuidade dos processos internos, mesmo se houver falhas internas.

Essa condição de relativa estabilidade em agrupamentos para realização de funções adequadamente, com manutenção de variáveis essenciais em faixas aceitáveis, é chamada de *homeostase* na biologia. Em caso de superação dos limites aceitáveis, pode haver auto-organização das partes pelo rearranjo de suas conexões internas de forma a manter a operacionalidade do sistema (Ashby, 2004 [1962]).

Mas uma característica essencial de sistemas complexos é haver tendência natural de o sistema passar por transição de fase, chamada de criticalidade auto-organizada, quando a transmissão de informações adquire grande velocidade e variáveis agregadas apresentam alta volatilidade. Essa tendência de transição ocorre devido ao acoplamento entre tendências e contratendências à auto-organização. Isto é, a cumulatividade de efeitos em um sentido dispara reações que reverterem a condição do sistema (acumulação e avalanches). Por isso, variáveis agregadas do sistema apresentam série temporal irregular e com intermitência, isto é, períodos

de relativa estabilidade se alternam com outros de alta volatilidade, implicando não linearidades (saltos) que podem provocar reorganização do sistema.

Em sistemas complexos adaptativos, há geração endógena de novidades por adaptações a contextos locais. A possibilidade de criação de alternativas implica sistemas vivos, com diversidade evolutiva, ocupação de nichos e melhoria de desempenho devido ao aprendizado e à especialização. Em caso de crises, a diversidade contribui para a robustez, ao ampliar as possibilidades de reorganização conforme as novas condições. Por isso, sistemas complexos adaptativos são favorecidos pela evolução, tornando-se comuns na natureza e na sociedade.

Durante ordens econômicas, emergem regras que mediam relações, reduzem incertezas e favorecem a especialização com interdependência, favorecendo a disseminação de práticas, padronização e tendências de correlação comportamental. Essas instituições¹⁸ produzem efeitos duradouros, ou memória de longo prazo. Há momentos de criticalidade durante ordens, com alta volatilidade de variáveis agregadas, mas a superação ocorre com alguma reorganização, sem o colapso das instituições e das redes relacionais estabelecidas.

Mas, se as instituições contribuem para a ordem no sistema, elas também restringem possibilidades evolutivas. Assim, instituições podem representar obstáculos ao desenvolvimento quando servem apenas para preservação de *status* e poder, deixando de se adaptar para prover resultados coletivos quando as condições mudam (*lock-in*) (Arthur; Durlauf; Lane, 2015 [1997]; Elsner, 2017).

Como a economia capitalista caracteriza-se pelo crescimento e pela acumulação, eventualmente algum limiar necessário à manutenção da ordem no sistema é ultrapassado, produzindo crises institucionais, perda de conexões de longo alcance e desestruturação do sistema. Trata-se de um processo endógeno que revela gargalos e conflitos latentes que só podem ser superados através de ampla reorganização. No entanto, a robustez do sistema capitalista evita o colapso e permite a emergência de uma nova ordem econômica.

As transições entre ordens econômicas ocorrem quando há ruptura institucional e quebra de conexões, como no período entre guerras mundiais ou após 1971-1973. Diante da insegurança associada à incerteza e à fragilidade institucional, os atores passam a adotar estratégias apenas de curto prazo, sem conseguirem vislumbrar qual trajetória de desenvolvimento prevalecerá. As transições costumam ser marcadas por conflitos de abrangência global.

18. Granovetter vê instituições como “redes congeladas” (Smelser; Swedberg, 2005, p. 15).

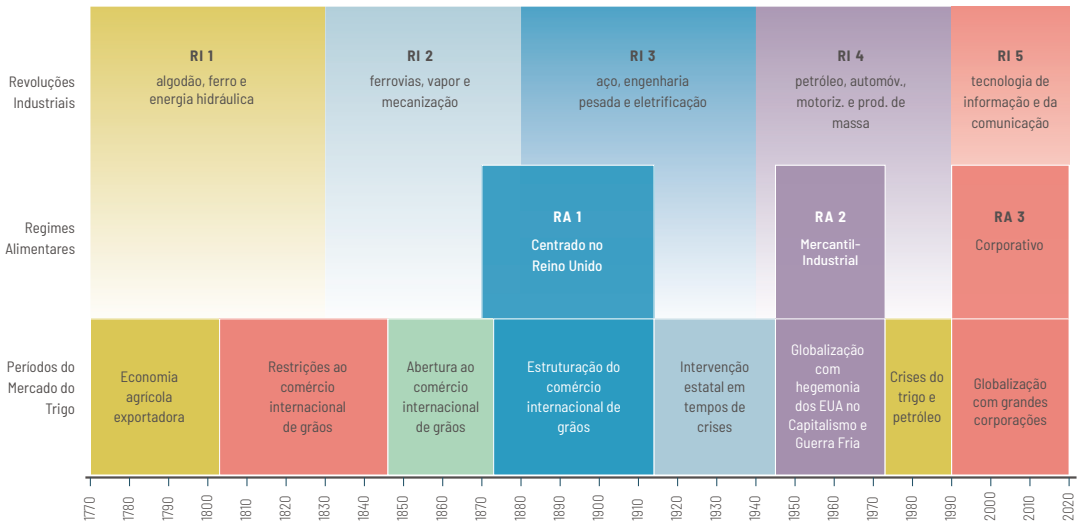
Essa dinâmica revela as metamorfoses do capitalismo, havendo tanto persistências devido a efeitos de memória no sistema quanto novidades, como novas instituições mais adaptadas ao contexto, novos atores protagonistas e nova organização.

No estudo com preços do trigo, foram identificadas as seguintes ordens econômicas, ou Regimes Alimentares (Magnan, 2016):

- ordem britânica (1873 a 1914): estruturação do comércio internacional de grãos;
- ordem estadunidense (1945 a 1973): globalização com hegemonia dos EUA no capitalismo e guerra fria; e
- ordem corporativa (1995): globalização com grandes corporações.¹⁹

A Figura 11 mostra a linha de tempo que contempla tanto épocas com ordens econômicas quanto outras com transições marcadas por crises e exploração de possibilidades, tendo como referência os contextos das Revoluções Industriais e dos Regimes Alimentares. É interessante notar que os períodos de transição (em tons de cinza) coincidem com as mudanças de eras tecnológicas.

Figura 11. Fases do mercado do trigo



Fonte: Períodos do mercado do trigo conforme elaboração de Carrara (2024) a partir de: Freeman e Louçã (2001), Freeman e Soete (2014 [1974]) e Perez (1983; 2010) para Revoluções Industriais; e de Magnan (2016) para Regimes Alimentares.

19. Talvez esteja em curso nova transição de ordem mundial devido aos efeitos combinados da expansão chinesa, pandemia, Guerra entre Rússia e Ucrânia e tarifas estadunidenses sobre importações.

6. PROCESSOS NA ECONOMIA: MECANISMOS DE AUTO-ORGANIZAÇÃO

Estruturas complexas são produzidas por processos interativos e iterativos que seguem regras simples (Goldenfeld; Kadanoff, 1999). Por isso, em vez de concentrar na tentativa de compreensão da estrutura complexa do sistema, é preciso focar nos processos de auto-organização subjacentes e na cumulatividade de efeitos que provocam mudanças qualitativas.

Considerando a diversidade de agentes e de alternativas, quais são os mecanismos que produzem correlação comportamental, formação de estruturas e emergência de propriedades agregadas na economia? Diferentes mecanismos de organização atuam simultaneamente, contribuindo para a formação de ordens que reduzem a incerteza e favorecem relações.

Determinada ordem pode ser configurada por uma autoridade central, como em firmas com chefes autoritários ou em Estados autocráticos que controlam a ação de cada elemento. Mas, nesses casos, a estrutura é rígida e determinada de cima para baixo, sem margem para reorganização por mudanças no contexto, a não ser quando comandada pelo controlador.

Outro tipo de organização pode advir de relações de cooperação com coordenação central, como as que ocorrem em firmas. Através de planejamento centralizado, de hierarquias de comando e de regras relacionais internas, pode ser possível estabilizar o ambiente, melhorar o desempenho, ampliar a escala e a abrangência de atuação e manter atividades de alto risco, como Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e projetos pilotos que exploram alternativas.

Entretanto, a organização de um sistema também pode resultar de processos com coordenação descentralizada. Afinal, as interações entre os elementos permitem fluxos de informações que sinalizam necessidades de adaptação. A partir dessas sinalizações, agentes podem sincronizar seu comportamento, em um processo de auto-organização que resulta na emergência de propriedades agregadas, como ocorre em movimentos coordenados de cardumes ou em formigueiros e colmeias. Apenas percebendo o comportamento daqueles com quem se relaciona, mesmo sem a visão do todo, elementos ajustam suas ações fazendo emergir estruturas coletivas que ampliam o desempenho do grupo, seja replicando o comportamento ou se ocupando de uma função carente.

Esse tipo de coordenação descentralizada se manifesta na economia nas relações no mercado, quando agentes continuamente adaptam seu comportamento conforme acessam informações e alinham expectativas. As decisões – de compra, de venda, de investimento, de imitação e de inovação, por exemplo – são tomadas

de acordo com a conjuntura local e temporal, baseadas em interpretações imperfeitas do contexto sem a visão sistêmica.

É no mercado que ocorre o confronto entre oferta e demanda. Adaptações mútuas resultam em coevolução, com a emergência de padrões – de pagamento, de pesos e medidas e mesmo de qualidade – que permitem ampliação da escala comercial. E, eventualmente, o crescimento exige reorganização do mercado.

A seguir, são sugeridos diferentes mecanismos de auto-organização – compatíveis com a argumentação deste capítulo – que atuam simultaneamente na economia.

6.1. Mecanismo de preços

Preços definem as relações de troca em economias monetizadas. Por acoplarem oferta e demanda, cada uma com dinâmicas próprias, os preços são tanto resultado dessa interação quanto indutores de comportamentos nos dois lados da transação.

O mecanismo de preços cumpre diferentes funções de coordenação no sistema econômico: transmite informações, induz decisões de compra e venda e impacta a alocação de recursos; determina as referências para expectativas de lucros futuros que direcionam investimentos, afetando o desenvolvimento econômico; transfere riqueza entre as partes, já que preços efetivos podem envolver assimetria de informações e poder de mercado.

Em situações de relativa estabilidade devido ao balanço entre oferta e demanda, preços servem de referência para decisões de compra e venda e também para planejamento de investimentos ou para provisão futura. Nesse contexto, a coordenação descentralizada propiciada pelo mecanismo de preços amplia a divisão de trabalho, com agentes se especializando em variadas funções ao longo da rede produtiva, mesmo entre desconhecidos e a longa distância.

Mas, em caso de mudanças abruptas das condições, ou de expectativas, o desajuste – efetivo ou imaginado – entre oferta e demanda pode percolar pelo sistema, resultando em grande volatilidade de preços. Nesses momentos, os preços deixam de carregar informações relevantes para o futuro, e o mercado fica altamente sensível a condições locais, como na definição de caos.

De acordo com o conceito de *homeostase*, algumas variáveis precisam ser mantidas em faixas aceitáveis para que haja relativa estabilidade de sistemas. Assim, alta volatilidade de preços de bens essenciais à sobrevivência, como de alimentos básicos, podem resultar em revoltas sociais, revoluções e guerras. Portanto, se em certas condições o mecanismo de preços contribui para a auto-organização,

em outros, associados a bens essenciais, pode conduzir à criticalidade e provocar transformações estruturais.

O mecanismo de preços nem sempre se comporta de forma linear, conduzindo ao equilíbrio, pelo ajuste entre oferta e demanda para retorno à condição anterior após uma perturbação. Por exemplo, em vez de redução da oferta diante de queda de preços, produtores preocupados em manter suas rendas e o valor de seus ativos podem se ver obrigados a travar uma corrida (*Red Queen*) para ampliar produção e reduzir custos de sobrevivência, gerando tendência de queda de preços. O processo pode resultar em falências e aquisições, com mudanças na estrutura de mercado, e afetar o aspecto concorrencial do mercado.

6.2. Mecanismo de concorrência com seleção pelo lucro

A concorrência com seleção pelo lucro faz com que atividades superexploradas ou menos relevantes para o sistema tenham menor atratividade. Firms menos adaptadas ao contexto, com prejuízos seguidos, acabam falindo. Por outro lado, atividades com exploração aquém de sua demanda geram lucros acima da média, atraem imitadores e provocam reorganização do mercado. As atividades lucrativas se expandem não apenas pela entrada de novos adeptos, mas porque lucros permitem reinvestimento em ampliação da escala e inovação.

Ao ressaltar a importância da inovação para a compreensão da dinâmica capitalista, Schumpeter (1997 [1911]) subverte o entendimento de concorrência. Em vez de percebê-la como mecanismo de convergência ao equilíbrio, é destacado o incentivo para inovadores realizarem novas combinações no capitalismo de forma a obterem lucros extraordinários temporários. Assim, a competição tende a produzir tanto diversidade no sistema como seleção de comportamentos bem adaptados a contextos locais.

O mecanismo de seleção pelo lucro se relaciona com o mecanismo de preços discutido anteriormente. Em um ambiente competitivo, a depender da relação entre preços de produtos vendidos e de seus insumos, segundo determinada composição associada à técnica produtiva, uma atividade pode gerar lucros suficientes e sustentados, contribuindo para sua seleção, retenção e disseminação. Mas, se der prejuízo, pode ser abandonada.

Em sua análise evolucionária, Nelson e Winter (2012 [1982], p. 39) descreveram os “processos dinâmicos que determinam conjuntamente os padrões de comportamento da firma e os resultados do mercado ao longo do tempo”. Em determinado momento, as características das firmas estabelecem os níveis de insumo e de produto que, junto às condições de oferta e demanda do mercado, estabelecem

preços de mercado. Disso resulta a lucratividade de cada firma, que, através de investimentos, opera como determinante das taxas de expansão ou contração das firmas. A alteração do tamanho das firmas impacta os níveis de produção e de insumos e os preços e a lucratividade. As características operacionais das firmas podem mudar por regras de busca. “Busca e seleção são aspectos simultâneos e interativos do processo evolucionário: os mesmos preços que geram o *feedback* de seleção também influenciam as direções de busca” (p. 40). Dessa forma, a evolução de firmas e do ramo de atividade ocorre por um processo recursivo.

A cumulatividade da lucratividade – pela atração segundo conexão preferencial ou por financiar investimentos para melhoria de desempenho (*fitness*) através de economias internas (ganho de escala ou de escopo) ou de inovações – resulta na emergência de distribuição em lei de potência de tamanho de firmas que afeta o aspecto concorrencial do mercado, seja pela força de marcas, pela melhor qualidade de produtos ou pelos menores preços.

6.3. Mecanismo de crédito

A concessão de crédito é outro mecanismo de coordenação, ao viabilizar certas atividades com expectativas de serem lucrativas enquanto inibe aquelas sem acesso a recursos.

Seja pela negociação para concessão ou pelo vínculo até o pagamento, o crédito produz alinhamento entre agentes econômicos. Aqueles que gerenciam fundos, como bancos, passam a direcionar investimentos ao selecionarem os merecedores de crédito. Apesar do grande poder de alguns bancos, a existência de muitos atores e a falta de uniformidade de atuação implicam coordenação descentralizada.

A exigência de apresentação de garantias de pagamento – colaterais – gera viés na concessão de crédito que favorece agentes com ativos. Isso contribui para a emergência da distribuição em lei de potência de tamanho de firmas, que implica poder de mercado.

Para Marx (2013 [1867]), as duas alavancas mais poderosas da centralização são a concorrência e o sistema de crédito que, de modesto auxílio da acumulação se converte numa “arma nova e temível na luta concorrencial e, por fim, num gigantesco mecanismo social para a centralização dos capitais” (cap. 23). O sistema financeiro internacional também tem impacto significativo nas relações entre agrupamentos em escalas mais amplas, provocando reestruturação em todos os níveis hierárquicos. Devido à maior mobilidade do capital financeiro, que supera barreiras comerciais e ultrapassa fronteiras, muitas vezes as primeiras cone-

xões entre países ocorrem através de concessão de crédito, inaugurando relações de dependência.

Os tentáculos do setor financeiro se espalham e configuram uma rede com alta taxa de transmissão de informações e muito sensível a perturbações que afetam expectativas. O alto impacto em grandes atores (*hubs*)²⁰ e as conexões internacionais geram o potencial de crises tornarem-se sistêmicas.

Minsky (1977) discute a geração endógena de instabilidade no setor financeiro. Em épocas favoráveis, altos níveis de alavancagem são tolerados, havendo criação de novos instrumentos de crédito e ampliação dos antigos para financiar expansões. Mas após algum evento desestabilizador, percebe-se que o risco assumido foi além do necessário. “A tendência para transformar o bom desempenho num *boom* de investimento especulativo é a instabilidade básica numa economia capitalista” (p. 24).

Quebras de expectativas quanto ao desempenho econômico provocam crises financeiras, com súbita elevação da taxa de juros. Aqueles que contraíram dívidas em períodos de otimismo e juros baixos se veem em dificuldade e precisam se desfazer de ativos. Nesses momentos, ocorre intensificação do poder de mercado pela aquisição de negócios por grandes empresas.

6.4. Mecanismos da demanda

Como discutido no Capítulo 7 deste livro, as relações sociais exercem grande efeito no consumo, gerando comportamento coletivo bastante diverso daquele esperado caso houvesse independência na tomada de decisões. A imitação e o aprendizado social podem disseminar hábitos entre aqueles com quem se interage, tornando-se padrões de comportamento de grupos. A evolução do consumo, considerando grupos e pontos de virada (*tipping points*), pode produzir ondas e muitos padrões dinâmicos diferentes.

6.5. Outros mecanismos: firmas, Estados e influências sociais

Lucros positivos e acesso a crédito permitem investimentos de firmas para aproveitamento de rendimentos crescentes. Como o crescimento envolve mudança organizacional, o controle central é substituído por estrutura multidivi-

20. No que se refere ao mercado de *commodities*, grandes bancos financiadores exercem considerável influência nos preços ao divulgarem previsões que muitas vezes não se verificam.

sional com relativa autonomia entre setores (Chandler, 1999), ocasionando a emergência de coordenação descentralizada também em firmas. A mudança organizacional em grandes empresas viabiliza conexões longas com outras regiões e setores que seriam inviáveis para elementos ou grupos pequenos, evidenciando a relação circular entre mercado e organizações (firmas).

Isto é, em vez de confrontar a coordenação descentralizada no mercado com a centralizada em firmas, cabe destacar a simultaneidade e a interdependência entre os mecanismos. Uma condiciona a outra e há retroalimentações positivas que resultam em dinâmica coevolutiva. Se, por um lado, a abrangência do mercado limita o tamanho de firmas para aproveitamento de ganhos de escala, por outro, a distribuição de tamanhos de firmas determina o nível concorrencial e o poder de mercado.

O Estado também exerce coordenação econômica de diferentes formas: ao limitar possibilidades de ação através de legislação e regulação; ao manter instituições que garantem direitos e catalisam relações; ao exercer políticas macroeconômicas; ao construir e manter infraestruturas de transportes e de comunicações; ao desestimular ou incentivar atividades com impostos ou subsídios; ao promover indústrias pela garantia de aquisição de bens a preços determinados; ao conectar universidades e firmas em sistemas de inovação; pela ação direta no mercado em larga escala, fornecendo ou adquirindo bens e serviços básicos, entre outros.

Mas, apesar da centralidade do Estado, é possível haver auto-organização entre os elementos a não ser que haja fortes mecanismos de repressão e controle. Mesmo um incentivo de cima para baixo pode ter consequências inesperadas devido a ciclos de reações (*feedbacks loops*). Também é preciso considerar que o poder de um Estado é limitado a suas fronteiras ou a áreas de influência. Em nível global, a dinâmica entre Estados reflete coordenação descentralizada com hierarquia de poder. Além disso, a interação da economia com a política contém mecanismos de retroalimentação com efeitos por vezes imprevisíveis.

Portanto, em vez da polarização entre Estado e mercado, estes devem ser considerados como interdependentes: o Estado é determinante para a organização de mercados e relações no mercado impactam a composição e a atuação de Estados. Há diferentes níveis de intervenção de Estados em mercados, mas os extremos (mercado sem Estado e Estado sem mercado) parecem não fazer sentido.

Ainda, a sociedade tem vários mecanismos que promovem organização, muitos deles inter-relacionados com o aspecto econômico. A divisão de classes conforme a renda/riqueza ou origem delimita o acesso a oportunidades e as alternativas disponíveis a grupos de indivíduos.

7. CONCLUSÃO

Este capítulo adotou a abordagem de sistemas complexos para analisar o mercado como rede que coordena de forma descentralizada o sistema econômico capitalista. A organização do sistema impacta relevantes fatores associados à sua evolução, com processos endógenos e dinâmica fora do equilíbrio. Diversos resultados agregados são possíveis conforme as correlações comportamentais estabelecidas em conjunturas específicas, inclusive com a emergência de propriedades coletivas não passíveis de dedução pelo estudo das partes (micro).

A análise da série de preços do trigo na Inglaterra de 1264 a 1996 revelou que a economia passou a apresentar características de sistemas complexos a partir da Revolução Industrial: variações com distribuição leptocúrtica, intermitência, distribuição do espectro de Fourier em lei de potência, e multifractalidade, revelando dinâmicas em múltiplas escalas correlacionadas.

Tecnologias e instituições passaram a permitir a exploração de rendimentos crescentes e maior interconectividade nos vários níveis hierárquicos da economia (local, regional, nacional, global), fornecendo as bases para desenvolvimentos subsequentes, em um processo recursivo, com efeitos duradouros, ou memória de longo prazo.

Passou a ocorrer predomínio de processos de auto-organização, com a formação de estruturas mesoscópicas (agrupamentos) de todos os tamanhos que conferiam potencial de propagação de perturbações pelo sistema por cadeia de eventos.

Mas, durante o período de acumulação (com formação de tendências de curto prazo, alinhamento de expectativas e movimentos de manada), havia formação endógena de contratendências que eventualmente se manifestavam, provocavam reações e quebras de expectativas, com reversões abruptas. Se em períodos de ordem há intermitência, com acumulações e avalanches, mas sem desestruturação da organização do sistema, transições envolvem crises disruptivas, com transformações institucionais e da estrutura de mercado.

A complexidade econômica parece resultar das conexões no mercado em redes sem escala, que contém muitos elementos com poucas ligações e poucos *hubs* que concentram muitas relações. Os *hubs* exercem poder através da coordenação descentralizada em redes entrelaçadas de diversos setores, cada um com suas características de acordo com as restrições físicas à transação (custo de transporte), conexão preferencial (rendimentos crescentes, reputação) e relevância da aptidão (*fitness*) para estabelecer conexões. Por exemplo, mercados de produtos com restrição física de deslocamento tendem a ser mais distribuídos geograficamente, en-

quanto outros remetidos com baixos custos, como mercadorias virtuais, tendem a ser concentrados.

Por se tratar de processo recursivo, cumulativo e sujeito a perturbações que exigem adaptações, a trajetória histórica contém tanto persistências quanto novidades. Observa-se persistência no domínio de poucos atores assumindo grande escala, concentrando ligações pela vantagem da conexão preferencial e exercendo coordenação descentralizada. Ao induzir comportamentos, esses agentes são determinantes no direcionamento da trajetória do sistema. Além de inibirem a competição nas atividades que desempenham, obtendo lucros extraordinários, influenciam as oportunidades de outros atores pelo estabelecimento de padrões que propiciam aprofundamento na especialização e exploração de nichos.

A constatação de que a economia capitalista contemporânea é um sistema complexo compromete conclusões de análises que tomam o equilíbrio como pressuposto e de estudos estatísticos que assumem distribuição normal e tratam eventos extremos como atípicos. Ao contrário das análises de equilíbrio, o tempo importa, pois sistemas complexos estão associados à evolução de processos recursivos, envolvendo eventos concatenados, trajetórias e pontos de inflexão, com mudanças qualitativas irreversíveis. O crescimento leva a transformações qualitativas, como no conceito *more is different* de Anderson (1972).

A estrutura fractal do mercado, com dinâmicas nas várias escalas, amplia o potencial de investigação econômica, já que cada nível hierárquico pode ter regras relacionais e estruturas próprias, mas com semelhanças em processos. Em vez do aprofundamento do conhecimento sobre questões específicas, como o método científico reducionista, o estudo de sistemas complexos exige relacionar os diversos fatores que atuam concomitantemente.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, Philip W. More is Different. *Science*, v. 177, n. 4.047, p. 393-396, 1972.
- ARTHUR, W. Brian; DURLAUF, Steven; LANE, David A. Process and the Emergence in the Economy. In: ARTHUR, W. Brian. *Complexity and the Economy*. New York: Oxford University Press, 2015.
- ASHBY, W. Ross. Principles of the Self-Organizing System. Classical Papers - Principles of the Self-Organizing System. *E:CO Special Double Issue*. v. 6, n. 1-2, p. 102-126, 2004.
- BAK, Per; TANG, Chao; WIESENFELD, Kurt. Self-Organized Criticality: An Explanation of the 1/f noise. *Physical Review Letters*, v. 59, n. 4, p. 381, 1987.
- BARABÁSI, Albert-László. Scale-Free Networks: A Decade and Beyond. *Science*, v. 325, n. 5.939, p. 412-413, 2009a.
- BARABÁSI, Albert-László. *Linked: a nova ciência dos networks*. São Paulo: Leopardo, 2009b.
- BARABÁSI, Albert-László. *Network Science*. Cambridge University Press, 2016. Disponível em: <<http://www.networksciencebook.com>>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- BARABÁSI, Albert-László. *The Formula: The Universal Laws of Success*. New York: Hachette UK, 2018.
- BRAUDEL, Fernand. *Civilização material, economia e capitalismo: séculos XV-XVIII. As estruturas do cotidiano: o possível e o impossível*. São Paulo: Martin Fontes, 2005. V. I
- CARRARA, Bruno Aguiar. *A economia capitalista como sistema complexo: evolução de preços do trigo e emergência de estrutura fractal do mercado*. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 210, 2024.
- CHANDLER Jr., A. D. *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- ELSNER, Wolfram. Complexity Economics as Heterodoxy: A New Integrative Paradigm Far Beyond Static “Market Equilibrium” and “Optimality”. *Journal of Economic Issues*, v. LI, n. 4, 2017.
- FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. *A economia da inovação industrial*. Campinas: Editora Unicamp, 2014.
- FREEMAN, Christopher; LOUÇÁ, Francisco. *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. New York: Oxford University Press, 2001.
- GOLDENFELD, Nigel; KADANOFF, Leo P. Simple Lessons from Complexity. *Science*, v.

284, n. 5.411, p. 87-89, 1999.

HIGUCHI, T. Relationship Between the Fractal Dimension and the Power Law Index for a Time Series: A Numerical Investigation. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, v. 46, n. 2, p. 254-264, 1990.

LANGLOIS, Richard N.; COSGEL, Metin M. The Organization of Consumption. *University of Connecticut Economics Working Papers*, 1996.

MAGNAN, André. *When Wheat Was King: The Rise and Fall of the Canada-UK Grain Trade*. Vancouver: UBC Press, 2016.

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C.; HYNDMAN, Rob J. *Forecasting Methods and Applications*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1997.

MANDELBROT, Benoit. The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, v. 36, n. 4, p. 394-419, 1963.

MANDELBROT, Benoit. The Variation of the Prices of Cotton, Wheat, and Railroad Stocks, and of Some Financial Rates. *The Journal of Business*, v. 40, p. 393-413, 1967.

MANDELBROT, Benoit. *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, concentration, risk*. New York: Springer Science & Business Media, 1997.

MANDELBROT, Benoit; HUDSON, Richard L. *The Misbehavior of Markets: A Fractal View of Financial Turbulence*. New York: Basic Books, 2007.

MARX, Karl. *O capital: crítica da economia política*. Livro 1: O processo de produção do capital. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013.

MINSKY, H. P. The Financial Instability Hypothesis: An Interpretation of Keynes and an Alternative to "Standard" Theory. *Challenge*, 1977, v. 20, n. 1, 1977.

MOREIRA, J. G.; DA SILVA, J. Kamphorst Leal; KAMPHORST, S. Oliffson. On the Fractal Dimension of Self-Affine Profiles. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, v. 27, n. 24, p. 8.079, 1994.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2012.

NELSON, Scott Reynolds. *Oceans of Grain: How American Wheat Remade the World*. New York: Basic Books, 2022.

OLIVEIRA, Rute; SANZ, Liliana; CHAVES, Rafael. Uma visão da ciência das redes sobre o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Informação Quântica (INCT-IQ). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, p. 7, 2022.

PEREZ, Carlota. Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems. *Futures*, v. 15, n. 5, p. 357-375, 1983.

PEREZ, Carlota. Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.

PETERS, Edgar E. *Chaos and Order in the Capital Markets: A new view of cycles, prices, and market volatility*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1991.

PETERS, Edgar E. *Fractal Market Analysis: Applying chaos theory to investment and economics*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1994.

POLANYI, Karl. *A grande transformação: as origens de nossa época*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.

- RIBEIRO, Leonardo Costa. *Caracterização de perfis de reatividade imunológica*. 2004.
- RIBEIRO, Leonardo Costa; DEUS, Leonardo Gomes de; LOUREIRO, Pedro Mendes; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Changing Levels of Self-Organization: How a Capitalist Economy Differs from Other Complex Systems*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2018.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1997. (Coleção Os Economistas).
- SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard. Introducing Economic Sociology. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard (Ed.). *The Handbook of Economic Sociology*. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- SMITH, Adam. *A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas*. São Paulo: Nova Cultural, 1985.
- STROGATZ, Steven H. Exploring Complex Networks. *Nature*, v. 410, n. 6.825, p. 268-276, 2001.
- TOUBOUL, Jonathan D. The Hipster Effect: When anti-Conformists All Look the Same. *Discrete and Continuous Dynamical Systems-B*, v. 24, n. 8, p. 4.379-4.415, 2019.
- WATTS, Duncan J.; STROGATZ, Steven H. Collective Dynamics of ‘Small-World’ Networks. *Nature*, v. 393, n. 6.684, p. 440-442, 1998.
- WERON, Rafał. Estimating Long-Range Dependence: Finite Sample Properties and Confidence Intervals. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 312, n. 1-2, p. 285-299, 2002.

Um olhar teórico e empírico sobre as firmas e suas metamorfoses

Ana Lúcia Tatsch

A firma capitalista não possui um modelo único. Como já assinalado no Capítulo 1 deste livro, uma sucessão de revoluções tecnológicas que marcam o desenvolvimento capitalista reconfiguram as formas e os modelos de firmas prevalentes em cada período histórico (Freeman; Perez, 1988). Na perspectiva evolucionária, a evolução das organizações empresariais é fruto de um processo dinâmico, influenciado por uma variedade de fatores, incluindo mudanças tecnológicas, políticas e sociais. A heterogeneidade empresarial é estrutural e central para compreender o processo de concorrência e a mudança econômica (Nelson, 1991). Logo, interpretações que veem a evolução empresarial como decorrente de um caminho linear e inevitável devem ser evitadas (Lamoreaux; Raff; Temin, 2004).

No período da Primeira Revolução Industrial, as empresas de pequeno porte são aquelas típicas. Geralmente familiares, usufruíam de economias externas e operavam em pequena escala, atuando de forma especializada e recorrendo ao mercado para compra de matérias-primas. A partir da Segunda Revolução Industrial, uma nova lógica para a organização interna da firma e sua interação com o mercado se conforma. Nesse período, as firmas caracterizam-se por organizarem-se de forma verticalmente integradas, produzindo em grande escala para mercados nacionais e internacionais. Passam, cada vez mais, a operar em escala internacional, estabelecendo filiais, subsidiárias e alianças em vários países. Num período subsequente, novas formas de organização da produção mais intensivas em informação configuram-se. Tem-se agora uma ênfase em estruturas

horizontais que descentralizam a produção. A externalização de atividades fez as empresas repensarem o que deveria permanecer dentro das suas fronteiras e o que poderia ser terceirizado. Redes de firmas figuram como estruturas representativas. O avanço da tecnologia e das comunicações reduziu barreiras geográficas e possibilitou o deslocamento de operações para locais de menor custo, o que também contribuiu para redefinir as fronteiras da firma. Nos últimos decênios, o desenvolvimento das tecnologias de informação e a digitalização dos processos de negócios revolucionaram novamente as fronteiras das firmas. As empresas não precisam mais necessariamente ter ativos físicos, fábricas ou instalações próprias para operar globalmente. Operam como intermediárias ou plataformas que conectam diferentes partes do mercado.

Essas mudanças sofridas historicamente pelas firmas ensejam uma discussão sobre as (contínuas) metamorfoses em suas fronteiras. Analisar as transformações das fronteiras ou limites das firmas (*firm boundaries*) ao longo da história envolve compreender como as empresas definem seus limites de operação e como essas fronteiras se expandem ou se contraem ao longo do tempo.

Não há um corpo teórico único para explicar essa organização que se metamorfoseia. Vários autores e correntes teóricas contribuem para essa discussão. A partir de concepções teóricas e metodológicas distintas, constroem um referencial próprio e não convergente.

Partindo desse entendimento, este capítulo propõe-se a examinar o referencial utilizado por diferentes concepções teóricas para compreender as formas de organização das firmas.¹ Para cumprir esse objetivo é feita uma revisão bibliográfica dos textos seminais de autores diversos. A pergunta a ser respondida é: qual o referencial analítico adotado por diferentes autores para explicar o comportamento e as decisões das firmas em relação à sua organização interna e à interação com o mercado?

O trabalho busca ainda realizar um exercício. Para tanto, uma segunda questão orienta o texto: como os referenciais teóricos analisados olhariam o modelo de firma que emerge no século XXI? Ou em outras palavras, como as diferentes

1. Embora a teoria neoclássica seja a corrente *mainstream* na economia, seu arcabouço teórico não será discutido, dado que não oferece elementos para explicar nem o atual nem qualquer outro modelo de firma observado na realidade. A firma, nessa teoria, é tratada como uma caixa preta. Isto é, não é objeto de investigação propriamente dito, uma vez que assume a existência de uma firma representativa derivada do pressuposto de racionalidade perfeita. Sob tal hipótese, a firma é concebida como um agente que toma decisões ótimas de forma sistemática, o que elimina, por definição, a presença de problemas analíticos relevantes e, consequentemente, a necessidade de investigação teórica sobre seu comportamento.

abordagens teóricas interpretariam a firma típica desse século e explicariam suas novas fronteiras?²

Mesmo que a ideia seja elaborar uma interpretação sem grandes pretensões teóricas, vale o exercício, pois como assinala Gawer (2021, p. 1), a literatura sobre plataformas “(...) has not yet grappled explicitly with the question of platform boundaries”.

Considerando então as particularidades desse tipo de organização, busca-se empregar o instrumental analítico proposto por diferentes abordagens teóricas para compreender como esse novo modelo de firma seria interpretado por elas.

Mas que firma é essa? Que forma assume a firma dominante no capitalismo digital? A firma, líder típica no capitalismo recente, opera como uma plataforma e não apenas como produtora. É a chamada firma-plataforma.³ Ela abrange ampla gama de atividades, incluindo mercados on-line, redes sociais, plataformas de conteúdo criativo, lojas de aplicativos, sites de comparação de preços, plataformas para a economia colaborativa, bem como mecanismos de busca (OCDE, 2019).

Caracterizam-se acima de tudo como uma infraestrutura digital de intermediação que conecta diferentes atores – usuários, anunciantes, vendedores, consumidores etc. – e cujo ativo central são dados. Dados que permitem previsão de comportamento, direcionamento publicitário, otimização logística, personalização e recomendação. É, portanto, uma organização que extrai, armazena e analisa dados em escala, transformando-os em vantagens cumulativas (Srnicsek, 2017; Kenney; Zysman, 2016; 2020; Gawer, 2022). No que tange aos limites das fronteiras das plataformas, três aspectos podem auxiliar a explicá-los: (i) os “lados das plataformas” – as plataformas tomam decisões estratégicas que influenciam tanto a configuração (número de participantes) quanto a composição (quem pode participar) dos participantes que pretendem se associar a ela. Uma vez que essas escolhas delimitam os agentes econômicos, que têm permissão para acessar a plataforma e os que não têm, embasam a decisão sobre suas fronteiras; (ii) as “interfaces digitais” – essas se constituem numa espécie de fronteira para as plataformas digitais, pois definem como se dá a troca bidirecional de dados entre a plataforma e cada uma de suas partes. As decisões sobre suas interfaces digitais relacionam-se ao grau de abertura destas (quais dados serão compartilhados ou retidos, e com

2. Outros trabalhos, como os de Tigre (1998), Lazonick (2011) e Costa (2021), também apresentam a firma numa perspectiva histórica, mas numa cronologia do passado ao presente, contrapondo as características-chave das firmas típicas em cada contexto histórico às teorias da firma.

3. Ao longo do texto, são feitas considerações que caracterizam as plataformas de forma geral. No entanto, há um conjunto diverso de tipos de plataformas. Sobre eles, veja, por exemplo: Srnicsek, 2017; OCDE, 2019; Acs *et al.*, 2021; Gawer; Cusumano; Yoffie, 2023.

quem e para quem); (iii) o “escopo da empresa” – por um lado, a digitalização permite o controle de ativos sem a necessidade de propriedade, o que tende a tornar a redução do escopo da empresa plataforma economicamente viável; por outro, a digitalização aumenta a possibilidade de explorar sinergias entre mercados digitalmente conectados, o que facilita a entrada em mercados adjacentes, facilitando a expansão do escopo da plataforma (Gawer, 2021).

Feitas essas considerações iniciais, na sequência, o capítulo se organiza em mais seis seções. A primeira trata da teoria dos custos de transação; a segunda, de teorias de internacionalização; a terceira, do pensamento penrosiano; a quarta, da abordagem neo-schumpeteriana; e a quinta sobre a financeirização da firma. Por fim, na sexta, e última seção, são realizadas as considerações finais.

1. AS FRONTEIRAS DA FIRMA NA VISÃO DA TEORIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO

Os dois principais autores que explicam as fronteiras das firmas a partir dos custos de transação são Ronald Coase e Oliver Williamson.

Para Coase (1937), as firmas são instituições complementares ao mercado na coordenação das atividades econômicas. A escolha entre um ou outro modo de coordenação é uma questão de eficiência.

O autor argumenta que a magnitude dos custos de transação – que envolvem buscar informações sobre preços, negociar e redigir contratos, monitorar e fazer cumprir acordos – define se a coordenação se dará via integração vertical de etapas da produção (produzindo internamente) ou via mercado. Assim, as firmas existem se e enquanto possibilitarem maior economia de custos transação em relação à alternativa do mercado.

A partir de Coase, Williamson (1985; 1998; 2002), tendo em conta os custos de transações como balizadores, argumenta que a firma é uma estrutura de governança que se apresenta como uma alternativa a outras formas de governança. Custos de transação relativamente mais elevados em transações realizadas no mercado induzem à substituição dessa estrutura de governança pela estrutura hierárquica da empresa. Assim, a decisão da firma por *make-or-buy*, isto é, integrar verticalmente/internalizar (hierarquia) ou realizar uma transação de compra (mercado), depende da sua avaliação sobre qual dessas estruturas de governança minimiza custos de transação. Além dessas duas estruturas de governança, Williamson introduz as formas híbridas. São modelos intermediários, nos quais

as partes envolvidas tentam reduzir custos de transação através, por exemplo, de alianças estratégicas ou *joint ventures*.

Williamson explica também os fatores que influenciam a magnitude dos custos de transação. São eles: a racionalidade limitada, o risco de oportunismo e a especificidade dos ativos. Embora os agentes ajam racionalmente, acessar informações tem custo e há limites cognitivos para processá-las. Além disso, numa transação as partes não têm as mesmas informações. Essa assimetria de informações associada ao comportamento desonesto abre espaço para o oportunismo. A ação oportunista pode se dar antes da transação ocorrer (seleção adversa) ou depois (problema moral). A forma de minimizá-la é via contratos, o que acaba impondo maiores custos de transação. A condição de especificidade do ativo ocorre na situação em que é reduzido o número de produtores capazes de ofertar e de demandantes interessados em adquirir o ativo em questão. Uma vez que o investimento em um ativo específico tenha sido feito, comprador e vendedor passam a se relacionar de forma exclusiva ou quase exclusiva, trazendo o “problema de refém”. Quanto maior o grau de especificidade, mais elevados serão os custos de transação.

Embora as ideias de ambos os autores nasçam para explicar o surgimento da grande empresa oligopolista verticalmente integrada, seus principais pressupostos permitem um olhar particular para esse outro modo de organização da firma-plataforma.⁴

Numa leitura coasiana, a plataforma seria uma forma de firma que reduz custos de transação, não por integração vertical clássica, mas por intermediação digital em escala, internalizando partes do mercado numa arquitetura proprietária. Ela externaliza riscos e custos para prestadores (autônomos) e internaliza controle via algoritmos, regras de acesso, termos de uso, monitoramento em tempo real e gestão por avaliação.

Embora seja possível dizer que as transações de mercado mediadas por plataformas reduzem o custo e a necessidade de hierarquia e poder hierárquico (Acs *et al.*, 2021), há particularidades. Muitas empresas de plataformas digitais, como Airbnb ou Uber, adotaram um modelo no qual o escopo da empresa é tão restrito que exclui ativos essenciais e a maioria dos trabalhadores. Mas esse não é o caso de todas as empresas de plataforma. Algumas, como Amazon ou Google, mantêm ativos e empregam um grande número de trabalhadores. Inclusive via aquisições ampliaram o escopo de suas atividades (Gawer, 2021).

4. Como dito anteriormente, a intenção não é fazer uma análise aprofundada desse modelo da firma-plataforma a partir da teoria dos custos de transação. A ideia é simplesmente fazer um exercício. Para uma discussão em profundidade, consulte, por exemplo, Baronian (2020).

Para Williamson, as plataformas seriam uma forma de governança híbrida. Isso porque a firma-plataforma pode ser vista como um arranjo organizacional que mantém formalmente relações de mercado (prestadores independentes, vendedores, criadores etc.), mas impõe mecanismos típicos de hierarquia (controle, sanções, monitoramento). Tal estrutura de governança seria altamente eficiente para coordenar transações recorrentes sob incerteza (risco), com mecanismos privados de *enforcement* (dados, reputação, bloqueios). Exemplos nessa direção seriam: a Uber, que estabelece relações com motoristas “autônomos”, mas detém controle algorítmico (tarifas, despacho, suspensão); a *Amazon Marketplace*, que se relaciona com vendedores independentes, mas subordinados a regras, *ranking* e logística; e ainda as *App Stores* (como a *App Store* da *Apple* e a *Google Play Store*), que se conectam com desenvolvedores externos, mas com governança central (comissões, requisitos, bloqueios).

Ainda na linguagem de Williamson, dados, reputação algorítmica e integração técnica podem ser vistos como ativos específicos, que assumem formas intangíveis. Tais ativos aumentam custos de saída e criam dependência.

Antes de irmos em frente, vale recuperar as principais críticas feitas à teoria dos custos de transação que assinalam seu caráter tautológico e reducionista. Segundo Jones (1997), a teoria dos custos de transação, quando usada para explicar a fronteira da firma, pode tornar-se uma racionalização *ex-post*. Isto é, se a firma existe quando os custos de transação internos são menores do que os de mercado, e se esses custos só podem ser inferidos depois de observar a organização escolhida, a teoria corre o risco de explicar qualquer resultado dizendo que ele minimiza os custos relevantes. Em outras palavras, a firma escolhe a estrutura porque minimiza custos de transação e minimiza custos porque foi escolhida. Logo, a explicação depende do próprio resultado que pretende explicar. Dessa forma, a teoria limita-se a considerar as firmas *a priori* estruturas institucionais eficientes. Ainda, a redução da análise do comportamento da firma a um critério de minimização de custos acaba tornando esse um “conceito vazio”. Ao substituir o comportamento maximizador, proposto pela teoria convencional, pelo minimizador de custos, a teoria dos custos de transação mantém o caráter estático da análise (Silva Filho, 2006). É assim incapaz de fornecer *insights* sobre como a interação entre estratégia e estrutura pode afetar os limites futuros da empresa ou o que pode ser feito para preservar e aumentar a sua vantagem competitiva (Jones, 1997). Da mesma forma, não releva a interação dinâmica entre organização e tecnologia, fundamental para compreender o desenvolvimento estratégico e a mudança estrutural (Lazonick, 2016a).

Para Williamson, a noção de poder pouco contribui para os estudos sobre organizações e contratos (Conceição, 2001). Ao não dar importância analítica a esse conceito, limita a capacidade de interpretação da firma-plataforma. Isso porque os ativos específicos, estratégicos, dessas organizações criam poder unilateral. E os efeitos de rede ampliam o poder dessas organizações e levam à concentração.

2. AS FRONTEIRAS DA FIRMA A PARTIR DA INTERNACIONALIZAÇÃO

Os temas poder de mercado e concentração econômica ganham espaço na discussão sobre a expansão internacional das fronteiras das firmas, com as contribuições de Stephen Hymer. Três fases marcam seu trabalho. Uma primeira, fruto de sua tese, na qual está preocupado em explicar por que firmas se internacionalizam; uma segunda, na qual aplica a análise de Coase para sugerir razões pelas quais as firmas poderiam desejar realizar integração vertical transfronteiriça; e uma terceira, quando adota uma perspectiva de economia política, influenciada pelo pensamento marxista, e analisa as multinacionais como agentes de hierarquização centro-periferia e consolidação do capitalismo global (Buckley, 2006).

Para Hymer (1976), as empresas atuam em mercados imperfeitos e quando possuem vantagens em relação às firmas locais criam condições para expandir suas operações naquele mercado de destino. A internacionalização é então explicada pela posse de ativos que criam vantagens específicas, relacionadas, por exemplo, à tecnologia, marca, *know-how*, as quais permitem a firma explorar mercados estrangeiros e coordenar operações internacionais. Os lucros extras advindos dessas vantagens devem compensar os custos e os riscos de aventurar-se em mercados externos.

O investimento direto estrangeiro (IDE) é entendido como uma estratégia de controle. Hymer argumenta que o IDE se distingue do investimento indireto porque não envolve mudança na propriedade dos recursos transferidos, o que altera a forma de organizar as transações e as atividades de geração de valor. Seu interesse no IDE reside justamente no fato de que ele permite às firmas manter o controle sobre os direitos de propriedade utilizados por suas subsidiárias no exterior (Dunning; Lundan, 2008).

Outro autor que também busca compreender o que justifica as empresas a investirem no exterior é John Dunning, que oferece uma explicação considerando tanto as características internas da empresa quanto as condições do ambiente externo.

John Dunning adota a ideia das vantagens específicas das empresas de Hymer e propõe o chamado paradigma eclético OLI. Segundo o próprio Dunning, o paradigma enfatiza que a produção internacional resulta da interação entre vantagens específicas das firmas, características dos países e a escolha organizacional mais eficiente para coordenar essas atividades em diferentes contextos nacionais (Dunning; Lundan, 2008).

Nessa direção, explica o IDE considerando: O - *Ownership advantages* (vantagens de propriedade); L - *Location advantages* (vantagens locais); e I - *Internalization advantages* (vantagens da internalização).

As vantagens de propriedade advêm de ativos específicos da firma. Podem ser de natureza estrutural (tecnologia, marca, capacidades gerenciais) ou transacional (capacidade de hierarquia).

As vantagens de localização são aquelas relacionadas ao mercado-alvo, disponibilizadas nos países/regiões de destino, como mão de obra, recursos naturais, infraestrutura, ambiente institucional, tamanho de mercado etc.

Já as vantagens da internalização dizem respeito aos ganhos de internalizar transações em vez de usar o mercado. Nesse caso, os custos de incorporar as atividades produtivas são menores *vis-à-vis* os custos de transação de transferir suas capacidades a um produtor local (via licenciamento, por exemplo).

Considerando as diferentes combinações dessas vantagens, Dunning (1988) classifica o investimento estrangeiro em quatro grandes tipos, segundo seu objetivo principal: *resource based*, *market based*, *efficiency based* e *trade and distribution*. Leva também em conta as características dos setores econômicos objeto do investimento.

No caso de investimentos *resource based*, a meta é explorar vantagens locais relacionadas, sobretudo, à disponibilidade de recursos naturais e de mão de obra. Empresas de setores extrativos e intensivos em mão de obra barata podem ser exemplos daquelas que realizam esse tipo de investimento.

No tipo *market based*, a empresa realiza investimento produtivo, por meio de *greenfield*, visando explorar o mercado de destino. Para tanto, precisa de um conjunto mais diverso de vantagens de propriedade. O investimento direto pode ter como pretensão transpor barreiras comerciais, reduzir custos de transporte ou ainda atender as demandas locais customizando produtos. Setores como o automotivo e o farmacêutico costumam atuar nessa direção.

Já no tipo *efficiency based*, a empresa objetiva racionalizar e otimizar a produção internacional. A organização das atividades globalmente pode estar associada à especialização por localização, à exploração de economias de escala e escopo, e à fragmentação da cadeia produtiva.

Por fim, investimentos relacionados a *trade and distribution* objetivam aprimorar canais comerciais e logísticos, de modo a ofertar melhor os produtos no mercado de destino e promover a exportação. A opção por comercializar e distribuir diretamente seria decorrente da busca por preservar a qualidade do produto ofertado e fazer frente ao oportunismo de representantes locais. Vantagens como acesso a mercado e capacidade de distribuição são requeridas e relevantes para empresas varejistas que atuam globalmente e em setores nos quais a relação com o usuário é importante e demanda serviços de pós-venda.

Em síntese, segundo Dunning (1988), considerando suas vantagens, as firmas decidem se internalizam as atividades produtivas recorrendo a investimento direto, em plantas próprias, ou se as externalizam, exportando ou licenciando. A internalização é motivada pela obtenção de economias de escala e redução de custos de transação, seguindo a mesma lógica proposta pela teoria dos custos de transação. Sem vantagens de propriedade muito significativas, as falhas de mercado e a existência de custos de transação não justificariam a internacionalização da produção.

O paradigma eclético sofre críticas, no mais das vezes, respondidas pelo próprio autor. Uma delas é que o paradigma eclético seria menos uma teoria e mais uma estrutura classificatória. Em resposta, o próprio Dunning assinala que seu paradigma deve mesmo ser visto menos como teoria alternativa e mais como uma “estrutura abrangente” de teorias econômicas e empresariais complementares e específicas ao contexto e sugere que, dessa forma, oferece a base para uma explicação geral da produção internacional (Dunning; Lundan, 2008). Outra importante crítica diz respeito à falta de dinamismo na sua análise. Em resposta, o autor assinala que o paradigma também pode ser formulado dinamicamente. Nessa direção, entende que as vantagens não são estáticas e que a resposta estratégica da firma a uma determinada configuração OLI pode afetar a natureza e o padrão de suas vantagens O e I em período posterior. Assim, segundo ele, sob uma perspectiva dinâmica, os componentes OLI podem ser interdependentes: a resposta de uma firma às vantagens L de determinado país em um momento pode afetar suas vantagens O no período seguinte; da mesma forma, o uso estratégico de suas vantagens O e I pode alterar as vantagens L dos países em que investe (Dunning; Lundan, 2008). Sua solução, no entanto, parece insuficiente, pois não responde como as vantagens/capacidades da firma evoluem ao longo do tempo.

Feitas essas considerações, vale retomarmos o exercício de olhar para as firmas-plataformas a partir do referencial. Nesse caso, compreender a expansão de suas fronteiras via internacionalização faz todo sentido, dado que operam em escala global e tem o poder transnacional como dimensão estratégica.

A interpretação de Hymer sobre o processo de internacionalização como estratégia de controle organizacional e expansão competitiva pode fornecer um ponto de partida para compreender a internacionalização contemporânea das firmas digitais, levando em conta o poder de mercado e as vantagens específicas da firma. Isso porque a expansão global das plataformas reproduz a lógica hymeriana de consolidação de poder competitivo. As plataformas se internacionalizam *para estender poder de mercado* e garantir posições dominantes globais. A entrada em países também pode ser vista como uma estratégia de bloqueio da concorrência e as fusões e aquisições (F&As) como formas de neutralizar a concorrência. As vantagens específicas da firma, trazidas pelo autor enquanto diferenciais-chave nesse processo de internacionalização, se confirmam no caso das plataformas, considerando que seus ativos digitais são escaláveis globalmente.

Em contrapartida, sua teoria trata o investimento direto externo como controle direto da produção, distribuição ou serviços fora do país de origem, mas no caso das plataformas a presença física e o investimento produtivo tradicional são reduzidos, pois o controle pode se dar sem propriedade direta.

Com relação ao paradigma eclético de Dunning, ao estabelecer uma dicotomia entre hierarquia e mercado, não relevando estruturas híbridas, como são as plataformas, acaba limitando seu alcance de análise.

De toda forma, é possível observar as plataformas a partir da sua sistematização que combina vantagens de propriedade, localização e internalização (OLI). No contexto das plataformas, as vantagens de propriedade assumem forma intensamente intangível (o valor não está apenas no ativo em si, mas na densidade da rede conectada ao ativo), enquanto as vantagens locais incluem infraestrutura digital, regimes regulatórios e acesso a mercados e usuários.

Mesmo digitais, plataformas dependem de localizações específicas: com regimes regulatórios e tributários atraentes; com legislação trabalhista flexível; com infraestruturas logísticas adequadas (*Amazon*); com oferta de *data centers* e conectividade (*Google*, *Microsoft*); com densidade urbana (*Uber*); com usuários e anunciantes; e com disponibilidade de profissionais especializados.

Já a internalização, como dito anteriormente, manifesta-se não tanto na integração produtiva tradicional, mas no controle da intermediação, da coleta de dados e das regras de interação dentro das arquiteturas digitais. Internalizar a captura, o processamento de dados e outros mercados, mesmo que terceirize trabalho e ativos físicos, traz enormes ganhos às plataformas.

Ao deslocar o centro da internacionalização do controle de ativos físicos para o controle de fluxos informacionais e interfaces de mercado, há a necessidade de reconfigurar elementos do OLI. Nessa direção, para uma interpretação da inter-

nacionalização contemporânea, outros aspectos, como governança digital, efeitos de rede e ativos intangíveis, que redefinem as bases da vantagem e do controle transnacional, precisam ser levados em conta.

3. AS FRONTEIRAS DA FIRMA SEGUNDO SUAS CAPACIDADES E RECURSOS

O tema internacionalização da firma aparece também na obra de Edith Penrose, cujo principal trabalho data de 1959. A autora vê nessa estratégia de internacionalização uma forma de a firma promover seu crescimento. Crescimento e expansão para novos mercados são explicados por Penrose (2006) a partir de recursos e capacidades que influenciam a definição das fronteiras das firmas ao longo do tempo.

Compreender o processo de crescimento e os limites internos e externos à expansão da firma é o principal objetivo da autora. Como ponto de partida, ela critica o pensamento neoclássico que vê a firma apenas como uma entidade que toma decisões quanto a preço e quantidade com o objetivo de maximizar seu lucro em um contexto estático, e cujos limites de tamanho são impostos pelos rendimentos decrescentes de escala.

A firma para Penrose deve ser vista como uma coleção de recursos produtivos que podem ser combinados e recombinaados ao longo do tempo, gerando múltiplos serviços. Cada firma é única, pois o “uso” dos recursos e os serviços produtivos gerados lhe são próprios, resultado de conhecimentos que acumula e da visão da sua administração. A capacidade empresarial, segundo ela, seria um recurso-chave dado que é através dela que as oportunidades produtivas passíveis de serem exploradas são identificadas. Logo, são, sobretudo, aspectos internos que fazem diferença no processo de expansão; embora, aspectos externos à firma, como comportamento da demanda e dos concorrentes, também interfiram. Esses últimos podem inclusive ser moldados pelos primeiros. Ainda quanto à direção do crescimento, esse pode se dar no âmbito de mercados em que a firma já atua ou na direção de outros, especialmente via F&A.

As principais ideias de Penrose influenciaram outras abordagens; especialmente: *resource-based approach* e *dynamics-capability approach*. A primeira, nomeada em português, Visão baseada em Recursos (VBR) (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991), assume que a distinção entre as firmas decorre dos recursos que cada uma possui. Esses abrangem recursos tangíveis (capital fixo, estoque de matérias-primas etc.) e intangíveis (marca, conhecimento tecnológico, patentes etc.). Sendo que esses últimos são os que têm maior valor estratégico. Entre os intangíveis, na linha de

Penrose, as capacitações organizacionais da empresa, que se acumulam ao longo do tempo e são fruto de decisões estratégicas, são centrais. A estratégia empresarial é assim, ao mesmo tempo, fruto e direcionadora da acumulação de ativos e capacitações. Em síntese, o desempenho superior e sustentável de algumas firmas em relação aos seus concorrentes ocorre porque exploram melhor seus recursos estratégicos. A outra abordagem que sofre influência do trabalho da Penrose é a das “capacitações dinâmicas”, comentada adiante.

Considerando os aspectos assinalados anteriormente, um olhar penrosiano vê o processo de crescimento e diversificação das plataformas a partir de seus recursos centrais, que, como se viu, são, sobretudo, intangíveis – dados, infraestrutura computacional, base de usuários etc. Os recursos são cumulativos e têm retornos crescentes. Ao serem recombinaados e explorados ampliam oportunidades na direção de uma expansão.

Em outros termos, a partir do “uso” dos recursos, que compreende a análise de dados, o aprendizado algoritmo e o *feedback* dos usuários, constroem-se novas oportunidades produtivas relacionadas à publicidade, ao *cloud computing*, e a finanças/pagamentos, por exemplo. Ou seja, a exploração dos recursos leva à expansão “transversal” por meio da entrada em novos segmentos conectados. E essa utilização dos mesmos dados nesses múltiplos segmentos cria vantagens cumulativas difíceis de replicar.

Por fim, poder-se-ia acrescentar que, no caso das plataformas digitais, os limites de crescimento da firma estariam também associados a questões regulatórias e de confiança.

4. A FIRMA A PARTIR DA CONCEPÇÃO EVOLUCIONÁRIA NEO-SCHUMPETERIANA

Autores como Richard Nelson e Sidney Winter, bem como Christopher Freeman, Giovanni Dosi, Bengt-Åke Lundval, entre outros, representam a abordagem evolucionária neo-schumpeteriana.

Nessa perspectiva evolucionária, não faz sentido pensar em “firma versus mercado”, mas sim numa interação dinâmica entre a firma, suas estratégias, e o mercado, enquanto ambiente de seleção. Em outras palavras, a firma na qualidade de agente decisório escolhe as estratégias que lhe parecem mais promissoras, as quais podem ou não ser sancionadas pelo mercado. A partir desse *feedback* do mercado, se for o caso, a empresa reorienta suas decisões (Possas, 1989).

Como se verá com a argumentação adiante, as decisões estratégicas, balizadas pelas capacitações da firma, fruto de aprendizados, definem sua estrutura e, assim, suas fronteiras. Nas palavras de Nelson e Winter (2005, p. 64-65):

Essas estratégias diferem de uma firma para outra, em parte como decorrência das diferentes interpretações das oportunidades econômicas e limitações e em parte porque diferentes firmas são boas em coisas diferentes. Por sua vez, as capacidades de uma firma estão incorporadas em sua estrutura organizacional, que está mais bem adaptada para certas estratégias do que para outras. Portanto, a qualquer momento as estratégias estão limitadas pela organização. Mas também é provável que uma mudança significativa na estratégia da firma provoque uma mudança significativa na sua estrutura organizacional.

A ideia da interação dinâmica entre firma-mercado pode ser examinada, como propõem Nelson e Winter ([1982] 2005), considerando os processos de busca e seleção de inovações. Fruto do primeiro, tem-se a inovação econômica. A busca envolve tomar decisões estratégicas que orientam o comportamento da firma, visando obter lucros extraordinários. Já o processo de seleção se dá primeiramente pelas escolhas da firma e, posteriormente, pelo mercado. Deixa, portanto, de ser regido apenas pelo mercado, como se esperaria, e passa a ser regido simultaneamente pelo mercado e pela estratégia inovativa (Nelson; Winter, 2005).

A tomada de decisão se dá sob incerteza, pois não é possível nem antecipar os movimentos dos consumidores, nem dos concorrentes, tampouco os eventos macroeconômicos. É, portanto, construída frente a expectativas: “Innovation is an activity involving a vision of something that has not existed before and beliefs about its potential value” (Nelson *et al.*, 2018, p. 4). Além da incerteza que envolve o processo de busca, esse caracteriza-se também pela irreversibilidade. Isto é, escolhas pregressas influenciam a trajetória futura das organizações.

Nesse contexto de incerteza, as firmas especificam como conduzir suas atividades e tomar decisões (criam regras de decisão) ou, em outros termos, aderem a rotinas que definem o seu comportamento e as formas organizacionais (Nelson; Winter, 2005). Ao mesmo tempo que as rotinas possibilitam comportamentos padronizados, elas não são rígidas e podem se adaptar de forma flexível às mudanças nas circunstâncias. As rotinas não apenas se adaptam ao longo do tempo, mas também podem facilitar a adaptação organizacional a circunstâncias externas (Helfat, 2018).

Relacionadas à busca por inovações, as rotinas incluem, por exemplo, a definição de quanto investir, dos projetos prioritários, de como são mapeadas novas tecnologias a adotar etc. Uma rotina, no sentido de um procedimento, consiste em uma série de etapas em um processo para executar uma tarefa ou atividade.

As rotinas podem ter tanto aspectos tácitos e implícitos quanto codificados e explícitos. Informações codificadas raramente são suficientes para permitir o desempenho de uma tarefa. Ou seja, mesmo rotinas que dependem amplamente de informações codificadas têm um elemento tácito importante e geralmente crítico. Além disso, muitas rotinas são em grande parte ou mesmo completamente tácitas. Envolvem múltiplos indivíduos que interagem; logo, implicam divisão do trabalho, bem como coordenação entre indivíduos e, às vezes, entre equipes ou unidades organizacionais (Helfat, 2018).

A repetição desempenha um papel essencial na preservação das rotinas, pois as organizações “lembram” fazendo. Assim, as rotinas, para Nelson e Winter (2005), servem como memória organizacional. Ainda segundo eles, a rotinização das atividades de uma organização é a forma mais importante de estocagem do conhecimento específico da organização; o que reforça o argumento da diversidade empresarial.

O conhecimento é visto como um ativo-chave, e o aprendizado é entendido como o processo mais relevante (Lundvall, 1992). A criação do conhecimento é fortemente influenciada por ações anteriores, do passado, em vista disso, é *path-dependent*. Logo, as práticas, as rotinas e os tipos de conhecimentos atuais são relacionados àqueles do passado, e os que ainda estão por vir, os do futuro, se relacionam aos atuais (Maskell; Malmberg, 1999).

Conhecimentos podem ser codificados ou tácitos. Os codificados são estruturados, formais, sistemáticos e transacionáveis. Podem ser facilmente armazenados, comunicados e compartilhados. Já os conhecimentos tácitos abarcam os saberes implícitos e não estruturados, relacionados à capacidade de resolução de problemas e à capacidade de relacionar situações e interagir com outros recursos humanos.

Conforme salienta Lundvall (1996), a importância do conhecimento tácito aumenta em decorrência da tendência à codificação, já que os conhecimentos tácitos são cruciais para analisar, compreender, privilegiar e descartar informações. Assim, o aprendizado e a capacidade inovativa de uma organização dependem de sua capacidade de mobilizar conhecimentos tácitos e encorajar sua interação com conhecimentos codificados (Lam, 1998).

Os conhecimentos tácito e codificado não devem, por conseguinte, ser vistos de forma antagônica, um *versus* o outro, enquanto dois diferentes polos. Deve-se, sim, perceber o fluxo que existe entre eles, pois suas relações são bem mais complexas e simbióticas (Lundvall, 1996). Logo, o conhecimento tácito e o codificado não são entidades totalmente separadas, mas mutuamente complementares. Assim sendo, a criação do conhecimento organizacional compreende uma intera-

ção dinâmica e contínua entre os conhecimentos tácitos e codificados (Nonaka; Takeuchi, 1997).

As firmas são organizações que aprendem, segundo os neo-schumpeterianos. Seus processos de aprendizado proporcionam gerar conhecimentos, construir capacidades e inovar. Isto porque é esse processo de aprendizado que gera e integra o conhecimento especializado, que torna possível a inovação. Os processos de aprendizado são cumulativos, coletivos e incertos. Cumulativos por incrementarem continuamente o estoque de conhecimentos das firmas (Malerba, 1992), compreendendo diversas características-chave. Entre 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 comuns de comunicação e procedimentos de busca coordenados (Teece, 2005, p. 154-155).

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, mas, de todo modo, compreenderá um processo contínuo e interativo de aprendizado, que sofre influência do ambiente em que a firma se insere e das políticas adotadas (Freeman, 1996).

Malerba (1992) organiza os diferentes tipos de aprendizado recorrendo a uma taxonomia. Propõe duas grandes categorias: o aprendizado interno e o aprendizado externo. O aprendizado interno está ligado às funções principais da empresa – Pesquisa e Desenvolvimento (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.

Entre os diferentes tipos de aprendizado interno, pode-se citar o aprendizado por experiência (*learning-by-doing*), o aprendizado por uso (*learning-by-using*) e o aprendizado por pesquisa ou busca (*learning-by-searching*).

O aprendizado por experiência (*learning-by-doing*)⁵ é relacionado ao processo produtivo da empresa. Ocorre, por exemplo, no processo de manufatura, depois

5. Arrow (1962) é o autor que a princípio propõe esse conceito. Ele Salienta que o aprendizado é produto da experiência. Nesse sentido, as experiências prévias adquiridas com a repetição de funções produtivas exercem papel fundamental para buscar caminhos alternativos na solução de problemas.

das atividades de P&D terem se completado. Gera um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais em processos e produtos.

O aprendizado por uso (*learning-by-using*)⁶ 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 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.

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, como resultado, gera inovações incrementais e radicais.

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 da “engenharia reversa”, quando a empresa desmonta o equipamento a ser copiado, analisa e mede suas partes, de modo a detalhar suas especificações para a manufatura.

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 se assemelha 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. Para Lundvall (1988), 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

6. Rosenberg (1982) é quem primeiramente dá destaque ao *learning-by-using*. Para ele, esse tipo de aprendizado é particularmente importante no caso dos bens de capital, pois, normalmente, sua performance só pode ser medida a partir de um longo período de experiência, bem como suas características entendidas depois de prolongado e intenso uso.

relação produtor-usuário aumenta ao longo do tempo, quando a confiança entre eles cresce, e a troca de informações torna-se mais frequente.

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 acumulados ao longo do tempo (Malerba, 1992, p. 857).

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. De todo modo, 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. O conceito de capacidade de absorção é discutido detidamente no Capítulo 3.

Entre as diversas capacitações construídas a partir desses processos de aprendizagem, ganham destaque as aptidões para inovar. Nessa direção, Teece, Pisano e Schuen, preocupados em explicar como as organizações alcançam e sustentam vantagens competitivas num ambiente de constantes mutações, propõem o conceito de *dynamic capabilities* (Teece; Pisano, 1994; Teece; Pisano; Shuen, 1997). “*Dynamic capabilities* are a subset of the competences/*capabilities* which allow the firm to create new products and processes, and respond to changing market circumstances” (Teece; Pisano, 1994, p. 541).

Explicam que o termo *dynamic* remete à capacidade de adequar competências às mudanças no ambiente dos negócios; enquanto o termo *capabilities* salienta

o papel fundamental da gestão estratégica na reconfiguração de habilidades organizacionais, recursos e competências para atender aos requisitos de um ambiente em mudança (Teece; Pisano; Shuen, 1997). *Capabilities* são particulares a cada firma e envolvem um conjunto específico de ativos e rotinas. Não podem ser compradas, apenas construídas, e decorrem de ações intencionais da firma. Precisam adaptar-se ao dinamismo do mercado. Há, levando isso em conta, interdependência entre o que é interno à empresa e o ambiente no qual se insere. Por isso, a construção e a renovação das estratégias das firmas devem sempre levar em conta ambos os aspectos: capacitações, internas às firmas, e características dos mercados em que atuam.

Com relação às características dos mercados em que atuam, embora as firmas sejam únicas e, em consequência disso, tenham estruturas próprias, essas são influenciadas pelas características setoriais (Nelson; Winter, 2005; Pavitt, 1984). 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). Nessa linha, Bell e Pavitt (1993) assinalam que os processos de aprendizado, através 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 no qual a empresa atua.

Convém assinalar que cada vez mais as fronteiras setoriais tornam-se mais fluidas. Setores econômicos se sobrepõem – serviços financeiros oferecem plataformas de *e-commerce*, varejistas oferecem serviços financeiros, setores de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) se fundem com outros agregando serviços às manufaturas.⁷ Em vista disso, classificações setoriais rígidas perdem poder explicativo.

Em síntese, no contexto da teoria evolucionária, as empresas escolhem estratégias diferentes, as quais geram estruturas diferentes e aptidões/capacitações próprias, incluindo aquelas relacionadas à pesquisa e desenvolvimento. Há, portanto, diversidade empresarial. Num ambiente de concorrência as empresas buscam diferenciar-se e construir assimetrias calcadas na inovação visando ao lucro como prêmio.

As mudanças na estratégia podem requerer mudanças na estrutura, tanto na sua forma de organização quanto na sua governança, podem levar tempo e implicam custos. Para obter sucesso devem ter estratégias e competências que as

7. Um bom exemplo aqui seria: fabricantes de máquinas agrícolas incorporando IoT (Internet das Coisas) para oferecer serviços de monitoramento de safra, cruzando o setor industrial com o de tecnologia e agronegócio.

permitam inovar e evoluir. Já as empresas que recorrentemente não são bem-sucedidas terão que mudar suas estratégias e estruturas, bem como desenvolver novas capacitações (Nelson, 1991).

Por que isso é importante no entendimento evolucionista? Porque o avanço tecnológico, fator-chave para viabilizar o crescimento econômico, depende da estrutura das organizações. Em outras palavras, o avanço tecnológico só se dá porque as empresas buscaram novas organizações de suas estruturas, capazes de orientar a P&D e capacitá-las a terem ganhos a partir desses investimentos (Nelson, 1991).

Para finalizar a seção voltemos ao nosso exercício. Sob a perspectiva neo-schumpeteriana, as plataformas digitais podem ser interpretadas como formas organizacionais características de um novo paradigma tecnoeconômico centrado na digitalização e no processamento de dados. São firmas inovadoras que criam novos modelos de negócio ao explorarem um conjunto de oportunidades tecnológicas associadas, como *data analytics*, *cloud*, *machine learning*. Criam novos mercados e reconfiguram padrões produtivos. Constroem, portanto, suas vantagens competitivas assentadas na inovação.

À capacidade inovativa da própria plataforma, soma-se o esforço inovativo de outros atores e empresas (usuários, desenvolvedores e fornecedores) a ela associadas. Nessa lógica, as fronteiras organizacionais são mais “porosas” e dinâmicas. De toda forma, as capacitações e estratégias da plataforma em si são centrais para orientar seus processos de busca, tais como a ciência de dados, engenharia de *software* e controle da infraestrutura.

Quanto às rotinas, é possível dizer que as plataformas são organizações altamente rotinizadas, dado que são baseadas em estruturas de dados. Algoritmos funcionam como rotinas codificadas, por exemplo.

Enquanto organizações que aprendem, elas se valem de processos de aprendizagem internos e externos. Com relação aos internos, uma característica importante é o aprendizado a partir da utilização de tecnologias de dados que viabilizam a extração e análise de um grande conjunto de informações. Essa oportuniza obter *insights* e realizar adaptações constantes. Há um *feedback* contínuo que facilita reorientar estratégias de forma ágil. Quanto aos processos externos, cabe destacar o aprendizado por interação, que se dá a partir do relacionamento com usuários, desenvolvedores e fornecedores.

As plataformas pioneiras, que construíram seus negócios baseadas na disrupção tecnológica e na inovação, explorando a cumulatividade do conhecimento, os efeitos de rede positivos e o aprisionamento, são difíceis de serem alcançadas por

novos entrantes. No entanto, empresas inovadoras como *startups* podem surgir a partir da utilização de novas tecnologias e exploração de novos serviços.

5. FINANCEIRIZAÇÃO DA FIRMA E MUDANÇAS NA SUA NATUREZA

Por fim, ainda refletindo sobre o comportamento e as decisões das firmas, vale comentar as ideias de William Lazonick sobre a “firma inovadora” e o processo de financeirização das empresas. Em seus trabalhos o autor buscou caracterizar essa empresa inovadora e, posteriormente, compreender o que sucedeu com ela quando a sua governança passou a ser comandada pela lógica financeira.

Lazonick vale-se da sua “teoria da empresa inovadora” para formular críticas à teoria neoclássica e à concepção de que as empresas devem ser administradas para maximizar o valor para o acionista.

Define a *firma inovadora* a partir de três “condições sociais” relacionadas: ao *controle estratégico*, à *integração organizacional* e ao *comprometimento financeiro*, as quais possibilitam que a firma enfrente as características incertas, coletivas e cumulativas do processo de inovação (Lazonick, 2010; 2011).

O *controle estratégico* é condição social que transforma estratégia em inovação. Para que a inovação ocorra, aqueles que ocupam posições de decisão estratégica devem possuir tanto as capacidades quanto os incentivos para alocar recursos na direção de estratégias de investimento inovadoras. Suas capacidades decorrem do conhecimento que possuem sobre como as aptidões inovadoras atuais da organização podem ser ampliadas por meio de investimentos em novas capacidades, geralmente complementares.

A implementação de uma estratégia inovadora requer também organização. A condição social que pode transformar organização em inovação é a *integração organizacional*. Essa envolve um conjunto de relações que cria incentivos para que pessoas com diferentes responsabilidades hierárquicas e capacidades funcionais apliquem suas habilidades e esforços para que os objetivos estratégicos sejam concretizados.

Finalmente, a firma inovadora exige o comprometimento sustentado de recursos financeiros que a sustentem enquanto uma organização que apreende e acumula conhecimentos. A condição social que pode transformar finanças em inovação é o *comprometimento financeiro*. Esse compreende um conjunto de relações que assegura a alocação de fundos que promovam o processo cumulativo de inovação até que ele gere retornos financeiros. O que frequentemente se chama de “capital paciente” permite que as capacidades derivadas da aprendizagem co-

letiva se acumulem ao longo do tempo, apesar da incerteza inerente ao processo de inovação. O controle estratégico sobre receitas internas é uma forma crítica de comprometimento financeiro, mas esse “capital interno” muitas vezes precisa ser complementado por fontes externas de financiamento (como emissão de ações, emissão de títulos ou dívida bancária). Em diferentes contextos históricos e geográficos, os recursos financeiros podem estar mais ou menos comprometidos com o apoio ao processo de inovação, como se verá adiante.

A empresa inovadora requer então que aqueles que exercem controle estratégico sejam capazes de reconhecer as forças e fraquezas competitivas da base de competências existente na firma e, portanto, as mudanças nessa base que serão necessárias para uma resposta inovadora às oportunidades tecnológicas e aos desafios competitivos. Esses tomadores de decisão estratégica também devem ser capazes de mobilizar financiamento comprometido para sustentar o investimento na base de competências até que ela possa gerar produtos de maior qualidade e menor custo do que os anteriormente disponíveis.

Em síntese, a inovação, para Lazonick, depende conjuntamente do controle estratégico para lidar com a incerteza, da organização para integrar trabalhadores com habilidades diversas e do “investimento paciente” para permitir o acúmulo de conhecimento em um horizonte de médio ou longo prazo.

Essas estratégias de longo prazo, a partir de meados dos anos de 1980, conforme o autor, mudam e passam a ser guiadas prioritariamente por objetivos financeiros de curto prazo. Face a isso, a “firma inovadora é ameaçada”, uma vez que a finalidade da empresa passa a ser aumentar o retorno financeiro de seus acionistas.

Tais constatações emergem de seus trabalhos sobre a realidade empresarial norte-americana (Lazonick, 2009), como aqueles que discutem as transformações do modelo de negócios da *Apple* (Lazonick; Mazzucato; Tulum, 2013) e o caso da indústria farmacêutica estadunidense (Tulum; Lazonick, 2018).

Segundo Lazonick, na economia contemporânea, as empresas norte-americanas de capital aberto enfrentam constantemente um *trade-off* entre a decisão de reinvestir em P&D e em ativos produtivos ou recomprar suas ações e distribuir dividendos. Em outras palavras, respectivamente, optar por *retain-and-reinvest* (reter e reinvestir) ou *downsize-and-distribute* (reduzir e distribuir) (Lazonick; O’Sullivan, 2000; Lazonick, 2022).

Explica como a financeirização corporativa, manifestada pela extração predatória de valor em nome da “maximização do valor para o acionista”,⁸ prejudica

8. O princípio da “maximização do valor para o acionista” (MVA) relaciona-se à ideia de que a principal, ou a única, finalidade de uma empresa é aumentar o retorno financeiro de seus acio-

o investimento em inovação. Isso porque a inovação exige, como dito, comprometimento financeiro de longo prazo, reinvestimento produtivo, e não distribuição maciça de lucros. A empresa financeirizada, em oposição à inovativa, prioriza distribuição de dividendos e recompra de ações (*buybacks*) (Lazonick, 2016a, 2022; Lazonick; O’Sullivan, 2000).

Mostra como grandes empresas norte-americanas passaram a usar a maior parte de seus lucros para recomprar ações e inflar o preço de seus papéis no mercado. Como, no mais das vezes, a remuneração dos executivos é baseada em ações, ela tende a aumentar com a valorização acionária. Em consequência, os interesses dos executivos alinham-se à valorização das ações no curto prazo, incentivando a extração de valor em detrimento da criação de valor. Investimentos produtivos, em P&D e na capacitação dos trabalhadores, correm então o risco de serem diminuídos, o que tem implicações na capacidade inovativa⁹ (Lazonick, 2022).

Quanto ao tema das plataformas, pode-se dizer que elas têm características que favorecem a financeirização, como alto valor de mercado baseado em expectativas futuras, ativos intangíveis muitas vezes difíceis de avaliar e amplo emprego de remuneração acionária. No raciocínio de Lazonick, haveria aí uma propensão em gerar tensão entre a criação de valor (investimentos em capacitações organizacionais e em tecnologias) e a extração de valor (distribuição financeira, recompra de ações, monetização de usuários).

Plataformas começam como organizações de aprendizado intensivo, mas podem tornar-se veículos de extração financeira quando priorizam *buybacks*, precarizam trabalho para elevar margens e subordinam a inovação a investimentos com retorno financeiro rápido.

nistas. Nessa lógica, as distribuições de dividendos aos acionistas são sinais de eficiência. Os gestores (agentes) devem atuar exclusivamente no interesse dos acionistas (principais). Como gestores podem perseguir interesses próprios, é preciso criar incentivos financeiros (como remuneração baseada em ações) para alinhar seus interesses aos dos acionistas. Essas ideias têm raízes na teoria da agência, associada a economistas como Michael Jensen (1986). Lazonick (2016b) identifica duas premissas errôneas, do pressuposto da MVA, conforme apresentado pela teoria da agência: a) de todos os participantes da empresa corporativa, apenas os acionistas assumem o risco, conferindo-lhes, portanto, direito exclusivo aos lucros corporativos; e b) por meio do mercado de ações, os acionistas são partes fundamentais que investem nas capacidades produtivas que a empresa tem à sua disposição. Em contraposição, Lazonick (2022) argumenta que os contribuintes, por exemplo, por meio de investimentos públicos em educação, infraestrutura e pesquisa fornecem recursos essenciais às empresas sem garantia de retorno.

9. Nesse sentido, para Lazonick, Mazzucato e Tulum (2013), não é que a *Apple* não inove, ela inova, mas poderia investir muito mais em capacidades produtivas (por exemplo, fabricação doméstica de semicondutores), em vez de priorizar a valorização acionária.

Em síntese, dois aspectos atrelados à financeirização nesse tipo de organização podem ser destacados. Um seria relacionado ao modelo de negócio com forte dependência de capital de risco e mercados acionários e outro vinculado à pressão contínua por valorização financeira (muitas vezes antes de haver lucros consistentes). Nesse contexto, a empresa pode ser altamente inovadora em suas fases iniciais, mas passa a crescer orientada por métricas financeiras e retorno aos acionistas à medida que amadurece, o que pode deslocar o foco na inovação para o enfoque na valorização acionária. Nessa lógica, inicialmente a empresa inova e cresce, especialmente via *venture capital*, mas a partir da abertura de seu capital e emissão de ações em bolsa de valores os investimentos passam a visar ao retorno financeiro rápido.¹⁰

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo buscou examinar como diferentes referenciais teóricos explicam o comportamento e as decisões das firmas em relação à sua organização interna e à interação com o mercado. Procurou, assim, compreender as metamorfoses das firmas e o que as teorias têm a dizer sobre elas.

Como se viu, os argumentos utilizados para explicar os objetivos da firma e a definição das estratégias e estruturas organizacionais adotadas mudam a partir da visão das diferentes abordagens e autores.

Ao longo do capítulo, foram apresentadas abordagens com vieses mais ortodoxo e mais heterodoxo. No primeiro grupo estão as teorias dos custos de transação e da internacionalização de empresas que explicam as fronteiras das firmas a partir das falhas de mercado. No segundo grupo estão Penrose, os evolucionistas neo-schumpeterianos e Lazonick, que explicam as decisões e as estruturas organizacionais da firma a partir das estratégias relacionadas aos seus processos inovativos, baseados nos conhecimentos e capacitações acumuladas ao longo do tempo, fruto de aprendizagens e de “investimentos pacientes”.

Finalmente, fez-se ainda um exercício de olhar para as chamadas firmas-plataforma, cujas fronteiras são “difusas”. Nesse tipo de organização, a produção se

10. Um exemplo nessa direção seria o caso da Uber, que operou anos com prejuízo sustentado por capital de risco e após a abertura de capital intensificou ajustes para gerar fluxo de caixa positivo, reduzindo incentivos a motoristas e pressionando custos. Outro exemplo seria a *Amazon* que por muito tempo reinvestiu lucros (num modelo mais “produtivo”), mas à medida que amadureceu, passou também a realizar grandes recompras e a sofrer pressão por rentabilidade. Pode-se citar ainda a Meta que passou a destinar bilhões de dólares para recompra de ações e realizar demissões para “aumentar eficiência”.

externaliza, mas o controle é centralizado. A expansão ocorre transversalmente, explorando economias de escopo informacionais e ampliando usuários via efeitos de rede, o que intensifica a concentração e o poder de mercado.

REFERÊNCIAS

- ACS, Z. J.; SONG, A. K.; SZERB, L.; AUDRETSCH, D. B.; KOMLOSI, E. The Evolution of the Global Digital Platform Economy: 1971-2021. *Small Business Economics*, 57(2), p. 1.629-1.631, Dec. 2021.
- ARROW, K. The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, n. 29, p. 155-173, 1962.
- BARNEY, J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), p. 99-120, 1991.
- BARONIAN, L. Digital Platforms and the Nature of the Firm. *Journal of Economic Issues*, 54(1), p. 214-232, 2020.
- BELL, M.; PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), p. 157-209, 1993.
- BUCKLEY, P. J. Stephen Hymer: Three Phases, One Approach? *International Business Review*, 5(2), p. 140-147, 2006.
- COASE, R. H. The Nature of the Firm. *Economica*, v. 4, p. 386-405, Nov. 1937.
- CONCEIÇÃO, O. A. C. Os antigos, os novos e os neoinstitucionalistas: há convergência teórica no pensamento institucionalista? *Revista Análise Econômica*, n. 36, ano 19, set. 2001.
- COSTA, A. B. DA. A teoria da firma: crítica à visão neoclássica e enfoque heterodoxo. *História Econômica & História de Empresas*, v. 24, n. 2, p. 490-530, jun. 2021.
- DUNNING, J. H. Trade, Location of Economic Activity and the Multinational Enterprise: A Search for an Eclectic Approach. In: DUNNING, J. H. *Explaining International Production*. London: Unwin Hyman, 1988. 378 p. Cap. 1, p. 13-40.
- DUNNING, J. H.; LUNDAN, S. M. *Multinational Enterprises and the Global Economy*, Second Edition. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2008.
- FREEMAN, C. Innovation and Growth. In: Dodgson, M.; Rothwell, R. (Ed.). *The Handbook of Industrial Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 1996. p. 78-93.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE. *Technical Change and Economic Theory*. New York: Pinter Publishers, 1988. p. 38-66.
- GAWER, A. Digital Platforms' Boundaries: The Interplay of Firm Scope, Platform Sides, and Digital Interfaces. *Long Range Planning*, 54(5), p. 102.045, 2021.
- GAWER, A. Digital Platforms and Ecosystems: Remarkson the Dominant Organizational Forms of the Digital Age. *Innovation*, 24(1), p. 110-124, 2022.

- GAWER, A.; CUSUMANO, M. A.; YOFFIE, D. B. The Platform Organization. In: SNOW, C. C.; FJELDSTAD, Ø. D. (Ed.). *Designing Adaptive Organizations*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2023. p. 86-103.
- HELFAT, C. E. The Behavior and Capabilities of Firms. In: NELSON, R.; DOSI, G.; HELFAT, C.; PYKA, A.; SAVIOTTI, P. P.; LEE, K.; DOPFER, K.; MALERBA, F.; WINTER, S. (Org.). *Modern Evolutionary Economics: An Overview*. Cambridge/NY: Cambridge University Press, 2018.
- HYMER, S. *The International Operations of National Firms: A Study of Direct Foreign Investment*. PhD Thesis, MIT, 1960. Cambridge: The MIT Press, 1976.
- JENSEN, M. C. Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers. *The American Economic Review*, 76(2), p. 323-329, 1986.
- JONES, S. R. H. Transaction Costs and the Theory of the Firm: The Scope and Limitations of the New Institutional Approach. *Business History*, 39(4), p. 9-25, 1997.
- KENNEY, M.; ZYSMAN, J. The Rise of the Platform Economy. *Issues in Science and Technology*, 32 (3), p. 61-69, 2016.
- KENNEY, M.; ZYSMAN, J. The Platform Economy: Restructuring the Space of Capitalist Accumulation. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), p. 55-76, March 2020.
- LAM, A. Tacit Knowledge, Organisational Learning and Innovation: A Societal Perspective. *DRUID Working Paper*, n. 98-22, Oct. 1998.
- LAMOREAUX, N. R.; RAFF, D. M. G.; TEMIN, P. Against Whig History. *Enterprise & Society*, 5(3), p. 376-387, 2004.
- LAZONICK, W. *Sustainable Prosperity in the New Economy?* Business Organization and High-Tech Employment in the United States. Kalamazoo, MI: W.E. Upjohn Institute for Employment Research, 2009.
- LAZONICK, W. The Chandlerian Corporation and the Theory of Innovative Enterprise. *Industrial and Corporate Change*, 19 (2), p. 317-349, Apr. 2010.
- LAZONICK, W. The Innovative Firm. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. *Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 29-55.
- LAZONICK, W. Innovative Enterprise or Sweatshop Economics? In Search of Foundations of Economic Analysis. *Challenge*, 59(2), p. 65-114, 2016a.
- LAZONICK, W. The Value-Extracting CEO: How Executive Stock-Based Pay Undermines Investment in Productive Capabilities. Institute for New Economic Thinking *Working Paper Series* n. 54, Dec. 3, 2016b.
- LAZONICK, W. Investing in Innovation: Confronting Predatory Value Extraction in the U.S. Corporation. *AIR Working Paper* 22-09/01, Cambridge, Massachusetts, Sept. 26, 2022.
- LAZONICK, W.; MAZZUCATO, M.; TULUM, Ö. Apple's Changing Business Model: What Should the World's Richest Company Do with All Those Profits? *Accounting Forum*, 37 (4), p. 249-269, Dec. 2013.
- LAZONICK, W.; O'SULLIVAN, M. Maximizing Shareholder Value: A New Ideology for Corporate Governance. *Economy and Society*, 29(1), p. 13-35, 2000.
- 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.; SILVER-

- BERG, G.; SOETE, L. (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter, 1988. p. 349-369.
- LUNDVALL, B-Å. (Ed.). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter, 1992.
- LUNDVALL, B-Å. The Social Dimension of the Learning Economy. *DRUID Working Paper*, n. 96-1, April 1996.
- MALERBA, F. Learning by Firms and Incremental Technical Change. *The Economic Journal*, v. 102, n. 413, p. 845-859, 1992.
- MALERBA, F. Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs across Sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Ed.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford; New York: Oxford University Press, 2011. p. 380-406.
- MASKELL, P.; MALMBERG, A. Localised Learning and Industrial Competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, 23, p. 167-185, 1999.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- NELSON, R. R. Why do Firms Differ, and How Does It Matter? *Strategic Management Journal*, v. 12, p. 61-74, 1991.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2005.
- NELSON, R.; DOSI, G.; HELFAT, C.; PYKA, A.; SAVIOTTI, P. P.; LEE, K.; DOPFER, K.; MALERBA, F.; WINTER, S. *Modern Evolutionary Economics: An Overview*. Cambridge/NY: Cambridge University Press, 2018.
- OECD. *An Introduction to Online Platforms and Their Role in the Digital Transformation*, OECD Publishing, Paris, 2019.
- PAVITT, K. Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.
- PENROSE, E. T. *A teoria do crescimento da firma*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006.
- POSSAS, M. L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E. J. (Org.). *Ensaio sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico*. São Paulo: Marco Zero, 1989, p. 157-177.
- ROSENBERG, N. Learning by Using. In: ROSENBERG, N. *Inside de Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982, p. 120-140.
- SILVA FILHO, E. B. da. A teoria da firma e a abordagem dos custos de transação: elementos para uma crítica institucionalista. *Pesquisa & Debate*, SP, v. 17, n. 2 (30), 2006, p. 259-277.
- SRNICEK, N. *Platform capitalismo*. Cambridge, UK; Malden, MA: Polity Press, 2017.
- TEECE, D. J. As aptidões das empresas e o desenvolvimento econômico: implicações para as economias de industrialização recente. In: KIM, L.; NELSON, R. (Org.). *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*, Campinas: Editora Unicamp, 2005, p. 147-178.
- 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.

TIGRE, P. B. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. *Revista de Economia Contemporânea*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, n. 3, p. 67-111, jan.-jun, 1998.

TULUM, Ö.; LAZONICK, W. Financialized Corporations in a National Innovation System: The U.S. Pharmaceutical Industry. *International Journal of Political Economy*, 47(3-4), p. 28-316, 2018.

WERNERFELT, B. A Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, v. 5, n. 2, p. 171-180, Apr.-June. 1984.

WILLIAMSON, O. E. *Las instituciones económicas del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.

WILLIAMSON, O. E. Transaction Cost Economics: How it Works; Where it is Headed. *De Economist*, 146, n. 1, p. 23-58, 1998.

WILLIAMSON, O. E. The Theory of the Firm as Governance Structure: From Chose to Contract. *Journal of Economics Perspectives*, v. 16, n. 3, p. 171-195, Summer 2002.

A evolução estrutural da indústria nos séculos XX e XXI

Walter Tadahiro Shima

Ricardo Lobato Torres

Livia Maria dos Santos

1. INTRODUÇÃO

As estruturas industriais se alteram ao longo do tempo em função da dinâmica tecnológica, que tende a gerar um processo permanente de concentração de mercado. O modelo Ciclo de Vida da Indústria, segundo Malerba e Orsenigo (1996), estabelece um padrão de desenvolvimento dessa dinâmica evolutiva. Combinando esse modelo com os modelos schumpeterianos de inovação, este capítulo examina a evolução das estruturas industriais nos séculos XX e XXI, decorrentes das grandes mudanças tecnológicas ocorridas nesse período.

No início do século XX, a dinâmica de evolução industrial confere maior relevância à escala e ao escopo, que resultaria na organização das firmas baseada em estruturas oligopolísticas. Segundo Freeman e Perez (1988), esse século é marcado pelas ondas quarta e quinta¹ de Kondratieff (Quadro 1), que serão detalhadas ao longo do capítulo. Já o século XXI segue evoluindo com base nos setores indutores da quinta onda e outros novos com intensa dinâmica expansiva e concentradora, como será visto aqui.

1. As três primeiras ondas não são analisadas neste capítulo, uma vez que, o objetivo aqui é analisar a dinâmica industrial, tecnológica e consequentemente concentradora que não se verifica anteriormente, dado o estado embrionário da indústria como um todo.

Quadro 1. Síntese das principais características das sucessivas ondas longas (Kondratieff)

Período	Kondratieff	Setores indutores	Organização das firmas
1770/1780 a 1830/1840	1º - Mecanização inicial.	Têxtil, aço, roda d'água.	Empreendedores individuais e <i>putting-out</i> .
1830/1840 a 1880/1890	2º - Vapor e ferrovias.	Máquinas a vapor, fundição, equipamentos para ferrovias.	Auge da competição entre pequenas firmas e grandes firmas empregando muito.
1880/1890 a 1930/1940	3º - Equipamentos pesados e elétricos.	Aço.	Emergência de grandes corporações.
1930/1940 a 1980/1990	4º - Produção em massa.	Energia (especialmente óleo), automóveis, bens de consumo duráveis, petroquímica etc.	Competição oligopolística.
1980/1990 em diante	5º - Informação e comunicação.	Processadores (microeletrônica), computadores, <i>softwares</i> , redes de telecomunicações.	Redes de grandes e pequenas firmas baseadas em redes de computadores e estreita cooperação tecnológica.

Fonte: Adaptado de Freeman e Perez (1988).

Por sua vez, o Quadro 2 descreve a dinâmica de funcionamento do modelo Ciclo de Vida da Indústria, sistematizando as etapas de desenvolvimento e evidenciando como a transição entre inovações de produto e de processo altera o padrão competitivo, eleva as barreiras à entrada e conduz à concentração industrial.

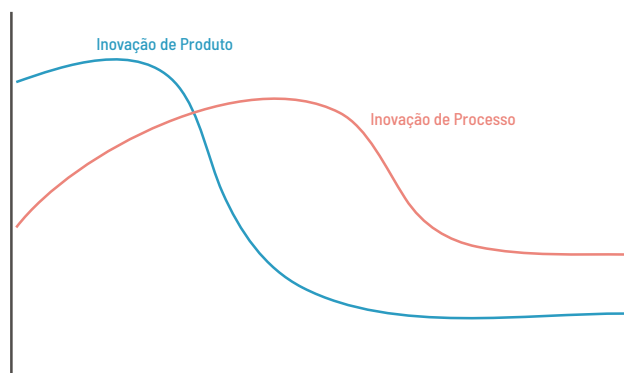
Quadro 2. Características do modelo Ciclo de Vida da Indústria

Início:	• Surge uma inovação radical que dá início a um fluxo de inovações de produto. • Competição intensa e turbulenta. • Há baixas barreiras à entrada. • As firmas possuem baixa escala e são ineficientes. • As tecnologias são de propósito geral. • Os produtos são customizados.
Segundo momento:	• Surge um <i>design dominante</i> que bloqueia o desenvolvimento de produtos futuros. • Este <i>design</i> origina um fluxo de inovações de processos. • Os processos se tornam mais inflexíveis e eficientes. • Aumenta a escala. • Os equipamentos e produtos se tornam padronizados. • A competição se desloca para o preço e diferenciação do produto. • Aumentam as barreiras à entrada e a concentração industrial.
Finalmente:	• Poucas inovações incrementais (principalmente do tipo processo). • Alta concentração. • Possibilidade de conluio entre as firmas estabelecidas.

Fonte: Adaptado de Malerba; Orsenigo (1996).

A Figura 1 também ilustra a evolução da indústria segundo o modelo Ciclo de Vida, representando graficamente a dinâmica entre inovações de produto e de processo ao longo do tempo. No estágio inicial, predominam múltiplas inovações de produto, desenvolvidas por diferentes produtores e apoiadas em processos produtivos diversos. À medida que a concorrência se intensifica, as firmas passam a direcionar esforços para a otimização dos processos, ampliando, portanto, o número de inovações de processo. Com a consolidação de um *design* dominante, a variedade tecnológica se reduz, resultando na diminuição tanto das inovações de produto, quanto daquelas de processo.

Figura 1. A dinâmica das inovações de processo e produto na indústria



Fonte: Adaptado de Abernathy; Utterback (1978).

Um *design dominante* é aquele que, em um determinado momento da evolução do mercado, ganha a confiança dos usuários e é adotado pela maior parte ou pela totalidade dos competidores.² Ao longo do desenvolvimento da indústria, um *design* dominante redesenha a estrutura da indústria em termos da concentração, ao redefinir entradas e saídas de competidores. A emergência de um *design* dominante é resultado da interação entre escolhas técnicas e de mercado ao longo do tempo. Uma ou algumas firmas, em um determinado momento, podem lançar uma inovação semelhante em termos de uso e que pode ser homologada pelo mercado. Isso gera uma situação de elevado poder de monopólio com lucros extraordinários. À medida que a demanda, produção e usos da inovação aumentam,

2. Segundo Utterback (1994), o *design* dominante ainda não é o mesmo que padrão tecnológico, contudo pode ter o efeito de forçar ou encorajar a padronização. Com o *design* dominante estabelecido, a competição muda de projeto de produto e características para competição baseada em custo, escala e desempenho (Lundvall, 1995).

novas firmas entram no mercado com variações da inovação pioneira, ampliando as experimentações, gerando inovações incrementais, progresso tecnológico e aumento de produtividade. Com a consolidação de poucas firmas dominantes, dotadas de tecnologias e produtividade superiores, a experimentação e o progresso tecnológico diminuem. Desse modo, com o surgimento do *design* dominante, a competição passa a depender da capacidade de inovar em processos, integração e habilidades técnicas e de engenharia internas altamente desenvolvidas (Utterback, 1994).

De formar complementar, os modelos schumpeterianos destacam outros fundamentos que ajudam a explicar a evolução da estrutura da indústria ao longo do tempo, conforme resumido no Quadro 3.

Quadro 3. Os dois modelos schumpeterianos de inovação

Schumpeter Mark I (Schumpeter, 1912): caracterizado por:	Schumpeter Mark II (Schumpeter, 1942): caracterizado por:
Facilidade de entrada.	Barreiras relevantes à entrada.
Papel importante desempenhado por novas firmas em atividades inovadoras.	Prevalência de grandes firmas estabelecidas em atividades inovativas.
Continua erosão das vantagens competitivas e tecnológicas das firmas estabelecidas na indústria.	Concentração oligopolística por firmas inovadoras com elevado potencial de acumulação de capacidades tecnológicas ao longo do tempo.
Altas oportunidades.	Altas oportunidades.
Baixas condições de apropriabilidade (que favorece a entrada contínua de inovadores).	Altas condições de apropriabilidade pelas grandes firmas inovadoras.
Baixas condições de cumulatividade que impede a retenção das vantagens tecnológicas por longo período por parte dos inovadores.	Altas condições de cumulatividade, que permitem aos inovadores acumular conhecimento e capacidades tecnológicas de forma incremental e construir vantagens inovadoras sobre os não-inovadores e potenciais entrantes.

Fonte: Adaptado de Malerba; Orsenigo (1996).

Com base nos modelos schumpeterianos de inovação, a seção seguinte aborda as mudanças estruturais ocorridas desde o início do século XX, durante o período fordista, até as décadas de 1980/1990. A terceira seção discute esses mesmos elementos de mudança estrutural, a partir do século XX até os dias atuais, no âmbito da indústria farmacêutica – setor que se configura como um dos mais importantes do século e como indutor da quarta onda de Kondratieff. Após a Segunda

Guerra Mundial, o desenvolvimento da informática direciona-se para o uso civil, dando início à quinta onda de Kondratieff, sobretudo por meio dos *mainframes* desenvolvidos pela *International Business Machines* (IBM), como apresentado na seção 4. Todas essas transformações estão diretamente relacionadas ao universo da economia do conhecimento ou da informação, que vão mostrando dinâmicas tecnológicas diferentes implicando características diferentes da concentração, a partir do advento da microcomputação, do avanço das telecomunicações e da internet, conforme discutido na seção 5. Por fim, na sexta e última seção, apresentam-se as conclusões do capítulo.

2. MUDANÇAS NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E A CONCENTRAÇÃO INDUSTRIAL NO SÉCULO XX: ESCALA E ESCOPO DO FORDISMO E AO TOYOTISMO

A evolução estrutural da indústria no século XX foi fundamentalmente marcada por estruturas oligopolísticas. Entretanto, o início do século ainda era caracterizado por pequenas firmas nascentes, das quais apenas algumas se tornariam dominantes, enquanto a maioria acabaria sucumbindo. A concentração é um processo que já havia se iniciado na segunda metade do século XIX, baseada na verticalização e economias de escala pela construção de grandes estruturas produtivas, de transporte e comercialização permitidos pela locomotiva.³

A expansão da Administração Científica taylorista/fordista, gestada no terceiro Kondratieff com o surgimento das grandes corporações e a estratégia de integração vertical a partir de meados do século XIX, foi decisiva para a produção em massa, gerando escala e escopo nas indústrias (Chandler Jr., 1998), e avançando posteriormente pela rápida difusão das telecomunicações, dando origem a uma indústria de intensidade tecnológica inédita.

3. No século XIX outras indústrias se desenvolvem, como explosivos, fotografia, cores de tinta (química), petróleo como combustível para lâmpadas e outros usos químicos, além da borracha, importada da América do Sul, para roupas impermeáveis, elástico e a telefonia. Em maior ou menor grau, essas indústrias possuíam uma base técnico-científica, significando que o desenvolvimento industrial deixou de ocorrer por acaso e passou a ser impulsionado por uma busca permanente por inovação e aprimoramento (Hobsbawm, 1982). A citação a seguir, de List (1983, p. 139), mostra que, já em 1841, de fato, a indústria se tornava complexa: “Difícilmente existe uma manufatura que não esteja relacionada com a física, a mecânica, a química, a matemática, a arte do desenho etc. Todo progresso, descoberta ou invenção feita na área dessas ciências aperfeiçoa ou altera centenas de atividades e processos. É, pois, inevitável que, em estados manufatureiros, as ciências e as artes se tornem populares.”

A indústria automobilística constitui o ponto de partida da dinâmica de concentração industrial do século XX, marcada pela competição oligopolística. Por meio do avanço dos processos fordistas/tayloristas, tornou-se possível alcançar escalas até então inexistentes, embora, no início do século, o trabalho fabril ainda mantivesse forte caráter artesanal. A Ford foi a primeira a aplicar sistematicamente a produção em massa em sua planta de Highland Park, combinando inicialmente peças intercambiáveis (Chandler Jr., 1997). Entre 1908 e 1914, na produção do Modelo T, a introdução progressiva de máquinas e prensas permitiu a padronização e a eliminação gradual do caráter artesanal. Essa lógica produtiva difundiu-se posteriormente para diversos setores, como relógios, máquinas de costura, petroquímica, plásticos, bicicletas, máquinas agrícolas e armamentos (Hobsbawm, 1982; Freeman; Soete, 2008).

Com o início da produção em massa, Ford gradualmente incorporou grande parte de pequenas firmas que iam à falência por incapacidade competitiva, levando à concentração de mercado. O motor a combustão interna se tornou a força motriz dominante do automóvel⁴ em função da escala atingida pela linha de montagem.⁵ Dado o sucesso da produção em massa e da intercambiabilidade, os diversos setores industriais caminharam nessa direção e foram obrigados a introduzir a linha de montagem. Em síntese, esses elementos estruturais do processo produtivo destacam a relevância da mudança tecnológica de processo em direção a economias de escala que levam à concentração do mercado. Portanto, a dinâmica produtiva implicou mudança na estrutura industrial.

Entre as décadas de 1920 e 1930, a GM emergiu com novo desafio, ao introduzir a economia de escopo. Após consolidar ganhos de escala com a linha de montagem, Alfred Sloan liderou uma estratégia baseada na ampliação da variedade de modelos, mudanças frequentes, inovações incrementais oriundas de atividades sistemáticas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), até então inexistentes na indústria, e reformas administrativas voltadas ao relacionamento com o mercado. Embora custosa, a P&D se tornou central para a lucratividade de longo prazo e para a competitividade da firma, permitindo a difusão de inovações que levaram a GM a alcançar cerca de metade do mercado automobilístico norte-americano. Contudo, segundo Womack, Jones e Roos (1990 citado por Freeman; Soete, 2008), a GM deliberadamente limitou seu dinamismo inovador para evitar a configura-

4. De acordo com Freeman e Soete (2008), o motor a combustão interna se mostrou dominante em função da, em termos gerais, maior eficiência.

5. O preço do modelo T caiu de US\$ 850 em 1908 para US\$ 360 em 1916.

ção de um monopólio que atraísse a intervenção das autoridades antitruste, dado o reduzido número de concorrentes no setor (Freeman; Soete, 2008).⁶

Com base no modelo Ciclo de Vida da Indústria, verifica-se que a sua dinâmica evolutiva acompanha tanto os três momentos do modelo, quanto as ondas de inovação de processo e produto. O fordismo como tecnologia de processo é exatamente o desenvolvimento das habilidades técnicas do *design* dominante, que definiram grandes mudanças de processo e produziram ganhos de produtividade na indústria automobilística e todas as demais. Conforme a Tabela 1. Principais inovações e entradas/saídas de firmas na indústria automobilística dos EUA, ao longo do tempo se reduzem as inovações, diminuem os entrantes e, consequentemente, as saídas. À medida que o mercado se concentra há menos inovação. O ano de 1923 foi o de maior número de competidores no mercado, quando a Dodge introduziu uma das principais tecnologias de automóvel que definiriam a dinâmica da concentração industrial: a carroceria integralmente de aço, que significou maior capacidade de padronização e produtividade, uma vez que as peças poderiam ser todas estampadas. Isso foi determinante para o aumento das saídas e, consequentemente, para a redução das inovações (Utterback, 1994).

Tabela 1. Principais inovações e entradas/saídas de firmas na indústria automobilística dos EUA

Período	Inovações	Novos entrantes	Saídas
1º - 1894-1918	ND	60	0
2º - 1919-1929	14	22	43
3º - 1930-1941	11	6	29
4º - 1946-1962	7	4	8

Fonte: Fabris, (citado por Utterback, 1994).

Na indústria de aparelhos de TV ocorre a mesma dinâmica concentradora. Há muitos inventores testando suas ideias no início dos anos de 1930. O maior pico de entrada ocorreu em 1950, mas rapidamente começou a declinar quando se ini-

6. É importante destacar que a indústria automobilística europeia é tão ou mais antiga que a americana. Daimler-Benz, Peugeot, Renault, Fiat e Citroën remontam ao final do século XIX e início do século XX. Isso significa que sempre tiveram competências tecnológicas próprias para desenvolvimento de projetos originais. A indústria europeia somente aceitaria a “superioridade” industrial fordista no pós-guerra a partir do aumento da renda/per capita e maior acesso a bens de consumo duráveis (Freeman; Soete, 2008).

cia o estabelecimento de padrões técnicos para transmissão a cores (UHF contra VHF) (ver Chandler Jr., cap. 2, 2005).

Em síntese, tendo em conta os dois modelos schumpeterianos de inovação (Quadro 3) verifica-se que, até os anos de 1940, a indústria evolui conforme as características de Schumpeter Mark I e, posteriormente, conforme Schumpeter Mark II.

2.1. Mudança contínua: o toyotismo introduz a qualidade

As mudanças estruturais também podem emergir de indústrias altamente concentradas. No início dos anos de 1980, a indústria automobilística japonesa ganhou competitividade global com o método toyotista de produção. No pós-guerra, diante da escassez de recursos, tornou-se inviável reproduzir o modelo fordista, levando à adoção da produção orientada pela demanda (*just-in-time*), com uso intensivo de mão de obra multifuncional, eliminação de desperdícios e forte ênfase na qualidade. Embora inicialmente menos produtivo do que o fordismo, o toyotismo apresentou qualidade superior e menores perdas e, ao longo do tempo, por meio do *learning-by-doing*, superou amplamente sua produtividade. A assimilação tecnológica ocorreu via engenharia reversa combinada a uma estratégia própria de P&D, dando origem à engenharia simultânea, baseada na integração entre projeto, produção e processos. A participação conjunta de projetistas e trabalhadores do chão de fábrica permitiu melhorias incrementais contínuas em produtividade e qualidade. Esse modelo difundiu-se para outros setores da indústria japonesa e sustentou a adoção ampla de círculos de controle de qualidade e técnicas avançadas de gestão da qualidade.

No fordismo, privilegia-se o reducionismo das funções e do tempo de trabalho; já no toyotismo, o foco desloca-se para o desenvolvimento contínuo de técnicas de controle de qualidade ao longo de todo o processo produtivo.⁷ Essa nova filosofia de produção passou a ser rapidamente adotada em todas as atividades produtivas no mundo, com as suas mais diversas variações. Porém, um elemento determinante da concentração industrial permanentemente é a escala. O toyotismo tornou-se o novo método de produção dominante porque manteve a dinâmica da escala e escopo, e incorporou a qualidade. Uma vez que o toyotismo é baseado na integração, a comunicação era um elemento central. Com o advento da difusão

7. Por exemplo, o princípio dos 5S (Toyota, 2024), aplicado no chão de fábrica, faz toda a diferença no que se refere ao processo de trabalho em termos da qualidade e mostra a diferença fundamental em relação ao fordismo. Duas importantes e amplas referências sobre o toyotismo estão em Womack, Jones e Roos (1992) e Coriat (1994).

da microeletrônica e da informática, os mecanismos de comunicação ganharam um grau de automação e produtividade elevadíssimo em todas as demais etapas do processo, com a robotização e novas máquinas de comando numérico computadorizado (CNC). Desse modo, os tradicionais conglomerados japoneses (*keiretsu*) assumem alta relevância na competitividade mundial em todos os segmentos industriais já altamente concentrados. Portanto, mesmo em Schumpeter Mark II (Quadro 3), nada impede a emergência de novas ameaças competitivas baseadas em inovação.

3. MUDANÇA TECNOLÓGICA E HEGEMONIA DAS FIRMAS PIONEIRAS NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

À semelhança do que ocorreu na indústria automobilística, a trajetória da indústria farmacêutica pode ser compreendida à luz do modelo Ciclo de Vida da Indústria e dos padrões schumpeterianos de inovação, embora apresente especificidades associadas à natureza do conhecimento científico, à regulação sanitária e à segmentação dos mercados terapêuticos. Malerba e Orsenigo (2015) dividem a evolução da indústria farmacêutica mundial em quatro grandes fases: a formação do setor, do final do século XVIII até a Segunda Guerra Mundial; a “Era de ouro”, marcada por elevada taxa de inovação de produtos entre as décadas de 1940 e 1970; a revolução da biotecnologia, entre a década de 1970 e o início dos anos 2000; e, por fim, o início do século XXI, denominado “inverno de descontentamento”, caracterizado pela queda na produtividade inovativa.

3.1. Fase formativa (final do século XIX à Segunda Guerra Mundial)

O setor farmacêutico surgiu como um segmento da indústria química na Europa, tendo como firmas pioneiras a Merck, Bayer, Hoechst, Sandoz e Ciba. Nos Estados Unidos, o setor se desenvolveu posteriormente, na virada para o século XX, com a entrada de firmas como Eli Lilly, Abbott e Smith Kline na produção industrial. Enquanto as firmas europeias atuaram como inovadoras, as americanas inicialmente se comportaram como imitadoras, operando sobretudo por meio do licenciamento de tecnologias desenvolvidas pelas firmas pioneiras.

A produção inicial de medicamentos baseava-se em compostos químicos e extratos vegetais, como a morfina e a quinina. Um marco fundamental desse período foi o lançamento da aspirina pela Bayer, em 1899, sendo o primeiro medi-

camento sintético padronizado, patenteado e produzido em larga escala. Até a Primeira Guerra Mundial, as firmas norte-americanas dependiam fortemente de tecnologias externas e se especializaram tanto na produção e comercialização de medicamentos patenteados isentos de prescrição médica quanto no desenvolvimento de medicamentos “éticos”, vendidos mediante receita médica. Nesse período, a indústria era pouco intensiva em P&D, e a introdução de novos produtos era relativamente limitada. Em contrapartida, estratégias de *marketing* e publicidade desempenhavam papel central na concorrência, permitindo a obtenção de prêmios de preço, especialmente em relação aos medicamentos genéricos introduzidos após a expiração das patentes (Malerba; Orsenigo, 2015).

Apesar do pioneirismo europeu e da posterior entrada de firmas norte-americanas, a indústria farmacêutica permaneceu pouco concentrada, característica que se manteria ao longo de sua trajetória em razão da forte segmentação por classes terapêuticas. As barreiras à entrada eram relativamente baixas, embora o núcleo das maiores firmas tenha se mantido relativamente estável. A rivalidade era intensa e se manifestava principalmente por meio de competição por preços, estratégias de *marketing* e imitação tecnológica após a expiração das patentes. Esse ambiente competitivo e fragmentado, baseado em imitação e entrada relativamente livre, aproxima a fase formativa da indústria farmacêutica do padrão Schumpeter Mark I.

3.2. A “Era de ouro” (1940 a 1970)

A descoberta da penicilina inaugurou uma nova onda de inovação e produção industrial de antibióticos. Esse processo foi fortemente impulsionado por financiamento público nos Estados Unidos e no Reino Unido durante a Segunda Guerra Mundial. A criação do National Institute of Health pelo governo norte-americano fortaleceu a pesquisa científica na área médica, ampliando significativamente o conhecimento sobre as causas das doenças e os caminhos terapêuticos disponíveis.

Nesse contexto, a busca por novas entidades químicas caracterizava-se por estratégias de rastreamento empírico, baseadas na testagem de milhares de substâncias com conhecimento limitado sobre seus mecanismos de ação. Esse modelo levou à internalização da P&D nas firmas farmacêuticas e ao crescimento sistemático dos investimentos em departamentos internos voltados à inovação de produtos e processos. A taxa de inovação de produtos cresceu de forma expressiva, ao mesmo tempo que a inovação de processos ganhou relevância tanto para medicamentos inovadores quanto para medicamentos-cópia.

Em países onde havia proteção patentária apenas de processo, os esforços em P&D voltados à criação de processos não infringentes favoreceram a entrada de novas firmas. Esse foi o caso da indústria farmacêutica indiana a partir da década de 1950, que, articulada a outras políticas industriais, desenvolveu capacidades tecnológicas que a tornaram competitiva no mercado global de medicamentos genéricos (Torres; Hasenclever, 2017).

Firmas como Merck Sharp & Dohme e Pfizer ingressaram de forma decisiva na produção de medicamentos, investindo intensamente em P&D e lançando antibióticos pioneiros. No mesmo período, empresas britânicas e suíças ampliaram suas operações e consolidaram posições de liderança em diferentes classes terapêuticas. Formou-se, assim, um núcleo oligopolista, ainda que nenhuma firma individualmente detivesse participação dominante nos mercados segmentados (Malerba; Orsenigo, 2015).

Esse período representa, para a indústria farmacêutica, o equivalente funcional do fordismo nas indústrias manufatureiras: inovação rotinizada, grandes organizações integradas e crescente concentração oligopolista, características do padrão Schumpeter Mark II.

3.3. A revolução da biotecnologia (1970 ao final do milênio)

A partir da década de 1970, o avanço da biologia molecular e da engenharia genética levou ao surgimento de novas firmas especializadas em biotecnologia, muitas delas originadas como *spin-offs* universitárias, especialmente nos Estados Unidos. Um caso emblemático foi a fundação da Genentech, em 1976, responsável pelo desenvolvimento da tecnologia de DNA recombinante aplicada à produção de medicamentos. Em parceria com a Eli Lilly, lançou em 1978 a insulina humana recombinante, substituindo a insulina de origem animal.

Esse período foi marcado por elevada turbulência, com a entrada de numerosas firmas e uma ampla diversidade de rotas tecnológicas. No entanto, poucas conseguiram sustentar trajetórias de crescimento de longo prazo. O avanço científico alterou profundamente o processo de descoberta de medicamentos, substituindo a triagem aleatória pelo *rational drug design*, baseado na identificação de alvos moleculares específicos e no uso de engenharia genética e recursos computacionais (Malerba; Orsenigo, 2002).

As grandes firmas farmacêuticas precisaram assimilar essa nova base científica, o que ocorreu principalmente por meio de contratos de licenciamento e aquisições. As dificuldades enfrentadas pelas novas entrantes para escalar a produção,

cumprir exigências regulatórias e investir em *marketing* reforçaram a importância dos ativos complementares (Teece, 1986) como barreiras à entrada. Apesar da ruptura científica, não se verificou uma destruição criativa capaz de deslocar as firmas estabelecidas. Ao contrário, a incorporação das novas tecnologias fortaleceu as posições das Big Pharma. Ao mesmo tempo, os departamentos internos de P&D mostraram-se insuficientes, intensificando a cooperação com universidades e centros públicos de pesquisa.

O período também foi marcado por maior especialização vertical e mudanças regulatórias relevantes. O Bayh-Dole Act, de 1980, reforçou a proteção à propriedade intelectual nos Estados Unidos, estimulando a inovação universitária, mas ampliando barreiras à entrada (Miteu, 2024). O Hatch-Waxman Act, de 1984, facilitou a entrada de genéricos ao abreviar processos regulatórios, modelo posteriormente difundido internacionalmente (Kale; Little, 2007). A revolução biotecnológica reintroduz, no interior de uma indústria madura, elementos típicos do padrão Schumpeter Mark I, sem, contudo, romper a hegemonia das grandes firmas estabelecidas, que mantêm o controle da escala, da regulação e da difusão de novos produtos, preservando um arranjo estrutural essencialmente do tipo Schumpeter Mark II.

3.4. O inverno do “descontentamento” (primeira década do século XXI)

A partir de meados da década de 1990, observou-se redução significativa no registro de novas entidades químicas, encerrando um ciclo virtuoso de inovação de produtos. Estratégias de medicamentos me-too, baseadas em inovações incrementais de fármacos já existentes, ganharam relevância, enquanto os gastos em P&D continuaram a crescer, com retornos inovativos decrescentes.

Esse contexto levou as grandes firmas a pressionarem por maior proteção à propriedade intelectual, incluindo a adoção do Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) e mecanismos de proteção regulatória de dados (TRIPS plus). Em contrapartida, países em desenvolvimento passaram a questionar tais mecanismos em função de seus impactos sobre o acesso a medicamentos e a sustentabilidade dos sistemas de saúde. O caso da pandemia de HIV/AIDS evidenciou esse conflito, sobretudo nos países africanos, onde os custos elevados dos tratamentos limitaram o acesso, levantando questionamentos éticos sobre a apropriação privada de descobertas financiadas com recursos públicos (Radder; Smiers, 2024).

Segundo Malerba e Orsenigo (2015), o impacto da biotecnologia sobre a inovação farmacêutica foi menos transformador do que frequentemente se supõe. Com a

expiração de patentes, houve expansão significativa da produção de medicamentos genéricos, tanto por novos entrantes – especialmente de países em desenvolvimento – quanto pelas próprias Big Pharma, que diversificaram suas estratégias (Guimarães, 2015). No Brasil, a aquisição da Medley pela Sanofi-Aventis, em 2009, ilustra esse movimento (Yugue *et al.*, 2010). Apesar disso, a concentração de mercado permaneceu relativamente baixa em termos agregados, em razão da segmentação terapêutica e da rápida entrada de concorrentes após o fim da exclusividade patentária.

Nesse sentido, o chamado “inverno do descontentamento” não representa uma ruptura estrutural, mas sim um aprofundamento de uma fase madura do ciclo de vida da indústria farmacêutica, marcada pela redução das oportunidades tecnológicas, pela intensificação de estratégias defensivas e pela reafirmação do padrão Schumpeter Mark II. Embora persistam nichos de inovação associados a novos entrantes e a avanços científicos pontuais – elementos típicos do Mark I –, a dinâmica dominante do setor segue ancorada na capacidade das grandes firmas de apropriar, escalar e difundir inovações, preservando sua hegemonia organizacional e institucional. Ao mesmo tempo, começam a se delinear novos horizontes tecnológicos, associados ao avanço das terapias gênicas e celulares e de aplicações emergentes da nanotecnologia na medicina, que apontam para possíveis reconfigurações futuras da base tecnológica do setor, ainda que seus impactos estruturais sobre a organização industrial permaneçam incertos (Scannell *et al.*, 2012).

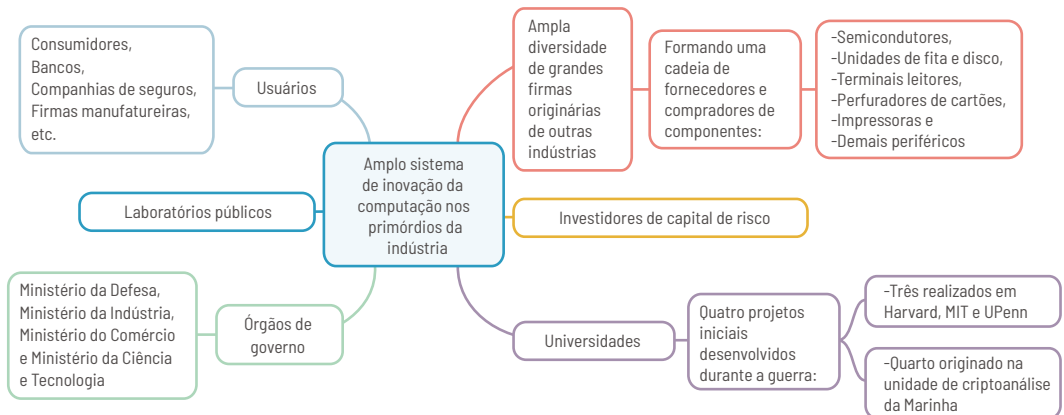
4. A REVOLUÇÃO DA COMPUTAÇÃO: OS *MAINFRAMES*

Conforme expresso no Quadro 1. Síntese das principais características das sucessivas ondas longas (Kondratieff), a quinta onda de Kondratieff, referente a “Informação e Comunicação”, tem início entre 1980/1890 e se estende até o presente (Fremman; Perez, 1988). Contudo, segundo Cortada (2000), a revolução da computação começou em 21 de abril de 1952, no Bell Labs, quando mais de trinta firmas participaram de um seminário sobre o transistor – núcleo do computador –, adquirindo o direito de produzi-lo e definindo, assim, os primeiros entrantes. Essa difusão decorreu da ação antitruste iniciada em 1949 contra a AT&T, que, temendo o reforço de seu poder monopolista, optou por licenciar a tecnologia até o encerramento do processo, em 1956, quando passou a se concentrar em equipamentos e serviços de telecomunicações (Mowery; Rosenberg, 1998). Por volta de 1960, havia centenas de firmas licenciadas, majoritariamente norte-americanas (Cortada, 2000). Assim, a pressão institucional pela defesa da concorrência e pelo compartilhamento da informação foi decisiva para a configuração estrutural assumida pela indústria.

Desse modo, formou-se uma nova indústria, a da computação, posteriormente denominada de processamento de dados ou da informação, iniciada por diversos fabricantes pioneiros e acompanhada por uma cadeia de fornecedores e usuários. Essa indústria transformou produtos e processos, substituindo sistemas mecânicos por eletrônicos, impactando transversalmente os demais setores. Ao longo de sua evolução, o *software* passou a ser desenvolvido de forma independente do hardware, dando origem às indústrias de *softwares* e de serviços de computação voltadas a clientes que optavam por não adquirir ou operar computadores (Chandler Jr., 1997). Essa dinâmica evolucionária estruturou um sistema de inovação de firmas integradas em torno do chip e, posteriormente, do microcomputador (veja-se a Figura 2), impulsionando o crescimento das empresas estabelecidas e o surgimento de novas firmas, introduzindo avanços tecnológicos contínuos, que foram intensificados com o advento da internet. A capacidade de processamento exponencialmente crescente do chip consolidou-se como o elemento central da expansão e da permanente reconfiguração da indústria da informação.

Diferentemente da indústria automobilística, que inicialmente era formada por milhares de pequenas firmas, as firmas interessadas no computador já eram grandes fabricantes de máquinas de calcular mecânicas, máquinas de escritório e fornecedoras de tecnologias militares, além de universidades e laboratórios públicos (Chandler Jr., 2005). A Figura 2 mostra o amplo sistema de inovação da computação nos EUA que se forma envolvendo diversos atores (firmas, governo, universidades e grandes usuários), e o Quadro 4 detalha as estratégias desses atores e a dinâmica evolutiva desse sistema de inovação.

Figura 2. Sistema de inovação da computação nos primórdios da indústria



Fonte: Elaboração própria, com base em Chandler Jr. (2005).

Quadro 4. Atores precursores e dinâmica evolutiva do sistema de inovação da computação nos EUA

Ano	Atores	Dinâmica evolutiva
1944	Harvard e IBM	Calculadora eletromecânica Mark I desenvolvida e custeada pela IBM para uso militar.
	MIT	Início do desenvolvimento do <i>Whirlwind Computer Project</i> para a força aérea com simulador de cabine de voo.
1946	ENIAC	- Desenvolvido por John Adam Presper Eckert e John William Mauchly na Universidade da Pensilvânia. - Primeiro computador eletromecânico digital com conceitos avançados de computação digital. - Projetado para cálculo de balística para o Exército.
	<i>Engineering Research Associates (ERA)</i>	- Criada para demandas da Unidade de Criptoanálise da Marinha. - Desenvolveu o computador de programa armazenado de propósito geral Atlas I.
	RCA	Desenvolvimento do RCA BIZMAC para uso comercial. [1]
1948	IBM	- Lançamento do SSEC, primeiro computador meio eletrônico, meio elétrico. - Primeiro computador com programa armazenado e a rodar <i>software</i>.
1951	ERA	Lançamento comercial do Atlas I com o ERM 1101.
	<i>Eckert-Mauchly Computer Corporation</i>	- Fundada por Eckert e Mauchly após saída da universidade. - Lançamento do BINAC para o <i>National Bureau of Standards</i>.
	<i>Remington Rand</i>	- Aquisição da <i>Eckert-Mauchly Computer Corporation</i> em 1950. - Lançamento do UNIVAC I para o <i>Census Bureau</i>.
	MIT	Finalização do computador <i>Worldwind</i>.
1953	<i>Burroughs</i>	Lançamento do <i>Burroughs E101</i> para uso científico e engenharia. [2]
	<i>National Cash Register (NCR)</i>	Lançamento do NCR CRC-102. [3]
1955	<i>Sperry Rand</i>	- Fusão da <i>Remington Rand</i> com <i>Sperry Corporation</i>. - Razões da fusão: falta de investimento contínuo em P&D pela <i>Remington Rand</i> e perda de importância no mercado.
	<i>Honeywell</i>	- Aquisição da <i>Datamatic Corporation</i>. - Lançamento do <i>Datamatic-1000</i>. [4]
1956	GE	Lançamento do GE ERMA para automação bancária. [5]
1957	Fundação da <i>Control Data</i>	- Cientistas deixam <i>Remington Rand</i> devido a divergências e falta de investimento. <i>Control Data</i> focada em computadores poderosos para uso científico e militar. <i>Remington Rand</i> mantém foco em computadores para uso comercial.

Fonte: Elaboração própria, com base em Chandler Jr. (2005); Cortada (2000); Malerba; Orsenigo (1996) [1]; Orden (2025) [2]; Ncr (2025)[3]; Hennepin History Museum (2025)[4]; Computer History Museum (2025)[5].

Entre os grandes entrantes, em função da estratégia acertada de investimentos contínuos em P&D no desenvolvimento de novos produtos, aliado à competência em *marketing* e esforços de vendas eficazes, a IBM rapidamente se tornaria líder, com grande volume de vendas da série IBM 650⁸ (1954) e série 1401 (1960) no mercado de máquinas de contabilidade.

Esses entrantes, em sua maioria, não eram pequenas firmas, mas grandes empresas já estabelecidas em indústrias relacionadas. A IBM, então a maior produtora mundial de tabuladores de cartões perfurados – o dispositivo de processamento de dados mais avançado antes dos computadores – ingressou no setor em 1954 ao aplicar dispositivos eletrônicos a seus processadores, antes eletromecânicos. A *Remington Rand*, já uma grande firma desde a fusão, em 1927, com a *Rand Kardex* e outras duas empresas menores, consolidou-se como líder mundial em automação de escritórios. A *National Cash Register* (NCR), pioneira na fabricação de máquinas comerciais, entrou na produção de computadores em 1953 por meio da aquisição da *Computer Research Corporation*. A *Burroughs*, por sua vez, já antes da Segunda Guerra Mundial figurava entre as maiores fabricantes de máquinas de escritório nos Estados Unidos, enquanto a *Honeywell*, fundada no final do século XIX, produzia sistemas eletromecânicos de controle automático e regulação térmica (Cortada, 2000; Chandler Jr., 2005; Malerba; Orsenigo, 1996).

4.1. Mudança estrutural da indústria a partir da microprogramação: aumento da concentração industrial

Uma inovação radical que mudou a estrutura da indústria foi a microprogramação, desenvolvida em Cambridge, em 1951, que permitiu a padronização e a modularidade. Com a *microprogramação*, inicia-se a separação entre *hardware* e *software* e, portanto, estes poderiam ser intercambiáveis em *hardwares* diferentes, mais uma vez, mostrando a relevância da intercambialidade em direção à mudança na estrutura produtiva. Com a padronização de componentes e *softwares*, surge o *System 360*, que permitiu a exploração de economias de escala e escopo na produção de componentes e a consequente integração vertical, o fornecimento de uma ampla linha de computadores compatíveis, o uso por múltiplos usuários, a introdução de modularidade e modificações incrementais nos *designs* de computadores.

8. Segundo Katz e Phillips (1982, p. 178) e Flamm (1988, p. 83), citados por Mowery e Rosenberg (1998, p. 157), “O IBM 650, frequentemente chamado de Modelo T da computação, levou a IBM à liderança do ramo” (destaque nosso). Teve essa denominação pela produção em escala e facilidade de operação (para os padrões da época).

Mais especificamente, as economias de escala permitiram maior quantidade produzida e produtividade de todas as partes do computador, e em P&D reduziu o custo de projetar um produto, uma vez que havia modularidade (Chandler Jr., 2005). Além desses elementos, o *System 360* foi o primeiro a utilizar uma tecnologia mais avançada, intermediária entre os transistores e os circuitos integrados, chamada *Solid Logic Technology*, que consumia menos energia e tinha menor custo de produção. Com isso, se previa o aumento da velocidade de operação do sistema e a redução à metade do custo unitário. Esse é o fator mais determinante da evolução estrutural da indústria, uma vez que elevam as barreiras à entrada e definem claramente a direção da dinâmica concentradora da indústria. Por outro lado, exatamente por conta dessa concentração há grandes oportunidades tecnológicas para novos produtores de periféricos e componentes (Chandler Jr., 1997; 2005; Malerba; Orsenigo, 1996).

Quase todas as firmas possuíam a mesma origem e iniciaram em paralelo à IBM, nas mesmas condições de entrada e tiveram sucesso relativo no seu começo com o lançamento dos seus produtos iniciais. Entretanto, expectativas tecnológicas diferentes e estratégias competitivas equivocadas relegaram-nas à atuação em outros nichos de desenvolvimento e mercados, e até à condição de produtoras de ativos complementares (periféricos) da IBM, que consolidava seu domínio (Chandler Jr., 1997).

4.2. A minicomputação estabelece uma trajetória tecnológica alternativa e ameaça a concentração industrial

Outro segmento da computação desenvolvido nos anos de 1960 foi o da minicomputação, representando uma trajetória tecnológica distinta e a abertura de um novo nicho de mercado. Houve o desenvolvimento de computadores menores, mais baratos e com menor capacidade de processamento, voltados a universidades, laboratórios e pequenas firmas, em contraste ao *System 360*, computador de grande porte dominante à época (Dantas, 2024). A *Digital Equipment Corporation* (DEC) foi a pioneira nesse segmento, com o lançamento do PDP-8 em 1965. Houve versões anteriores a este, contudo, ele é considerado o primeiro em função do sucesso comercial e por ter sido o primeiro minicomputador a ser produzido em massa, com consequente redução de preço (Chandler Jr., 1997; 2005). Desse modo, por volta de 1970, a DEC era a terceira maior firma de computadores nos Estados Unidos (EUA), superada somente pela *Sperry-Rand* e IBM. Dada as características de uso e da evolução da capacidade desse tipo de computador, logo co-

meçaram a ameaçar as faixas dos computadores maiores, de tal forma que a IBM também passou a atuar nesse segmento em 1976. Em termos de receita, em 1982, o *ranking* das firmas de minicomputadores era formado por IBM, DEC, Burroughs, Data General, Hewlett-Packard, Wang e Prime Computer (Chandler Jr., 1997). Toda essa dinâmica evolutiva, em termos do processador utilizado em cada momento da computação, pode ser vista no Quadro 6.

Desde o início da computação até a descontinuidade caracterizada pela introdução do microprocessador nos anos de 1970, o *System 360/370* ganhou expressiva dominância de mercado, mas não se tornou o *design* dominante, capaz de eliminar os concorrentes. Conforme o Quadro 5, a “Era dos *mainframes*” esteve associada a diversos *designs*, que mantiveram a indústria em um estado altamente turbulento com diversos fabricantes. Diferente do que se explica no modelo Ciclo de Vida da Indústria, esse período não culminou na consolidação de uma estrutura industrial concentrada. Em seguida, iniciou-se a “Era dos microcomputadores”, antes mesmo de emergir um *design* dominante absoluto no segmento de *mainframes* (Quadro 6).

Quadro 5. Evolução do processador – 1947- anos de 1960

Característica estrutural da indústria	Tipo do chip	Ano de lançamento	Fabricantes	Elementos estratégicos relevantes
<i>Era dos mainframes.</i> • Computação centralizada. • Tecnologias proprietárias. • Hardware e software unificados. • Entrantes originários de outras grandes indústrias concêntricas. • Baixa concentração de mercado. • Ausência de <i>design</i> dominante. • Não explicada pelo modelo Ciclo de Vida da Indústria.	Transistor de germânio	1947	<i>Bell Labs</i>	Uso restrito a P&D.
	Transistor de silício	1954	<i>Texas Instruments</i>	26 firmas fabricavam transistor em 1956.
	Vários transistores	1956-62	Diversas firmas	6.000 tipos em produção até 1962.
	Circuito integrado (CI)	1959	<i>Texas Instruments</i>	Substitui o transistor e permite massiva miniaturização e redução de custos.
	Calculadora de chip único	1960s	TI, <i>Intel</i> , diversas firmas	-Expansão da capacidade, velocidade e confiabilidade. -Substitui o CI e transistor.

Fonte: Elaboração própria, com base em Cortada (2000); *Intel* (1993).

5. A REVOLUÇÃO DA COMPUTAÇÃO: OS MICROCOMPUTADORES E AS TELECOMUNICAÇÕES

No início dos anos de 1970,⁹ na dinâmica evolutiva da computação e dos semicondutores, surge a microcomputação, cujo núcleo central é o microprocessador, inventado e produzido inicialmente pela Intel, *Texas Instruments* (TI) e Motorola¹⁰. Como se nota pela dinâmica evolutiva do Quadro 6, o microprocessador significaria uma mudança radical, ao ampliar significativamente o poder de processamento, reduzindo o custo do componente central e viabilizando a transição da computação centralizada em *mainframes* para a computação distribuída em microcomputadores individuais. Assim, usuários domésticos e pequenas firmas passaram a acessar uma tecnologia antes restrita aos centros de processamento de dados, cujas demandas eram inferiores à capacidade mínima dos *mainframes* (Malerba; Orsenigo, 1996; Chandler Jr., 1997). Essa inovação, embora inserida na revolução da computação, constituiu uma revolução própria, redefinindo a estrutura de mercado, ao permitir a entrada de novos agentes e viabilizando a montagem de computadores de baixo custo por entusiastas da eletrônica.

Por volta de 1975, a maior disponibilidade de componentes e processadores mais potentes, a preços acessíveis, possibilitou que entusiastas da eletrônica passassem a montar seus primeiros computadores de uso experimental.

9. Ainda na esteira dos *mainframes* outros competidores relativamente importantes vieram do Japão no início dos anos de 1970. Sua importância é relativa porque a arquitetura básica 360/370 da IBM ainda representava dois terços dos *mainframes* em operação no mundo. Ou seja, um terço do mercado mundial ainda era para o resto dos fabricantes americanos e japoneses. A Fujitsu foi a primeira firma japonesa a entrar no mercado americano de computadores a partir de uma parceria com a Amdahl Corporation, adquirindo 24% de sua participação (chegando a 49% em 1979) em troca de informações técnicas (Chandler Jr., 1997).

10. A Motorola fabricava *walkie-talkies* e outros produtos de comunicação por rádio durante a Segunda Guerra Mundial, e estava no seminário do *Bell Labs* para a apresentação do transistor em 21 de abril de 1952 (Chandler Jr., 2005).

Quadro 6. Evolução do processador – anos de 1970 – dias atuais

Característica estrutural da indústria	Tipo do chip	Ano de lançamento	Fabricantes	Elementos estratégicos relevantes
<i>Era da microcomputação.</i> • Computação distribuída. • Amigabilidade. • Custos decrescentes. • Hardwares abertos. • Separação entre hardware e software. • Baixas barreiras à entrada em função da padronização, interoperabilidade e intercambialidade. • Entrantes são <i>startups</i>. • <i>Design</i> dominante (Intel). • Explicada pelo modelo Ciclo de Vida da Indústria.	Microprocessadores <i>Intel 4004</i>	1971	Intel	Computador microprogramável e núcleo dos microcomputadores.
	<i>Intel 8008</i>	1972		40 tipos de microprocessadores no mercado em meados dos anos de 1970.
	Tecnologia MOS	1975	<i>Intel, Motorola, Texas Inst.</i>	Tecnologia de memória robusta.
	Processador de 16 bits	1974	<i>National Semiconductor</i>	Início dos microcomputadores.
	64 k DRAM	1979	<i>Fujitsu</i>	1º microprocessador japonês.
	APX432	1982	<i>Intel</i>	Capacidade de processamento igual ao de um mainframe.
	Arquitetura x86 (8086, 8088, 80286, 80386 e 80486)	1978-89	<i>Intel, Fujitsu, Hitachi</i>	Processo evolutivo mais intenso do que o previsto pela Lei de Moore, com maior desempenho, confiabilidade e capacidade de processamento.
	Família Pentium	1993-2005	<i>Intel</i>	
	Família Core	2006 em diante.		

Fonte: Elaboração própria, com base em Cortada (2000); Intel (1993).

Conforme o Quadro 7, o início da estrutura da indústria apresenta diversos entrantes com diferentes processadores e sistemas operacionais, estratégias competitivas bastante diversas e *market share* bastante variável. Trata-se de um período Schumpeter Mark II e, apesar das baixas barreiras à entrada, os entrantes não são mais empreendedores individuais à la Schumpeter Mark I, considerando que se trata de um processo evolutivo dos *mainframes* dominado basicamente pela IBM em que alguns produtores também são originários de indústrias relacionadas concentradas como é o caso da Motorola.

Quadro 7. Estrutura da indústria de microcomputadores na segunda metade dos anos de 1970

Firma e origem	Origem	Processador	Sistema operacional	Elementos competitivos	Market-share (%)	
					1978	1980
Apple Computer, Califórnia	História conhecida de <i>startup</i> de garagem produzindo o <i>Apple II</i> .	MOS 6502 ¹¹	BASIC, sistema proprietário.	- Estratégia arrojada de <i>marketing</i>. - Terceirização da fabricação de componentes. - Adição da planilha VisiCalc atrai o mercado de negócios de baixo custo.	10	27
Radio Shack, Texas	Varejista de eletrônicos de consumo dos EUA pertencente à <i>Tandy Co.</i> que remonta ao início do século XX.	Z-80 ¹²	TRSDOS, sistema proprietário.	- Foco em computadores domésticos da marca própria <i>Tandy</i> como eletrônico de consumo. - Escala de venda nas lojas de varejo a baixo preço.	50	21
Commodore, Pensilvânia	Produtora de calculadoras eletrônicas e máquinas de escrever.	MOS 6502	<i>Commodore BASIC</i> , sistema proprietário.	- Integração vertical com a <i>MOS Technologies</i>. - Foco em computadores domésticos de baixo custo.	12	20
Outros: Atari, NEC, HP, Texas Instr., Sinclair, MITS, Osborne Co etc.	Diversas.	- MOS 6502 - TMS9900 - Z80 - NEC - μPD780C-1	- Atari DOS, <i>TI Basic</i>, <i>Sinclair Basic</i>, <i>N-Basic</i>.	Diversos.	28	32

Fonte: Elaboração própria, com base em Museu Capixaba (2024) e Chandler Jr., 1997.

A estratégia de entrada da IBM, no início da década de 1980, é particularmente relevante, pois veio a determinar os padrões tecnológicos da microcomputação vigentes até os dias atuais. Desde o início, a arquitetura de *hardware* dos

11. Projetado e produzido por Chuck Peddle, que ajudou a desenvolver o processador Motorola 6800. Peddle saiu da Motorola e lançou esse processador concorrente na MOS Technologies (Sachs, 2022).

12. Produzido pela Zilog, uma firma fundada por Federico Faggin após sua saída da *Intel* (Pilkington, 2021).

microcomputadores foi concebida como modular e relativamente aberta, favorecida pelo baixo custo dos processadores *Intel* e *Microsoft Office Specialist* (MOS). Nesse contexto, o microcomputador da IBM foi projetado com limitada proteção proprietária, ao mesmo tempo que a empresa adotou uma estratégia eficiente de gestão de ativos complementares, baseada na terceirização da produção de periféricos e *softwares*. Essa estratégia permitiu acelerar a escala de produção, promover compatibilidade e padronização, explorar externalidades de rede e intensificar a interação contínua com os usuários (Chandler Jr., 1997).

A IBM conseguiu um acordo de licenciamento com a *Intel* para também produzir e garantir o próprio fornecimento, processo vantajoso para a *Intel*, uma vez que, vinha perdendo mercado para os processadores mais modernos *Motorola* e *Zilog*. Para o sistema operacional depois de idas e vindas,¹³ a IBM acabou assinando um acordo de licenciamento com a *Microsoft* que desenvolveu o MS-DOS. Na sequência, a IBM permitiu a que *Microsoft* licenciasse o MS-DOS para outros fabricantes, uma vez que isso criaria externalidade de rede e tornaria o sistema operacional padrão da indústria (Chandler Jr., 1997).

Outro elemento importante para a externalidade de rede do padrão *Windows/Intel* foi a estratégia de comercialização, com acordos com grandes redes de varejo, e uso da rede de *mainframes* para vender a clientes corporativos e do setor público (Chandler Jr., 1997). Ao longo da consolidação da microcomputação, as firmas já estabelecidas desde os tempos dos *mainframes* se reestruturaram das mais diversas formas possíveis, umas com mais ou menos sucesso. Algumas, como *Burroughs* e *Sperry*, fundiram-se para formar a *Unisys* (Unisys, 2025). Outras, como a *Honeywell*, diversificaram-se para outras áreas tecnológicas (Honeywell, 2025).

Ao longo das décadas de 1990 e 2000, observou-se uma dinâmica de entradas e saídas no mercado, envolvendo empresas como *Packard Bell*, *HP*, *Compaq*, *Toshiba*, *Sony Vaio*, *Fujitsu*, *Samsung*, entre outras. Isso foi possibilitado porque componentes como peças, placas, processadores e periféricos ficaram cada vez mais disponíveis no varejo eletrônico, uma vez que, foi estimulado pelo modelo de negócios da IBM de terceirizar o fornecimento desses elementos. Diferente dos *mainframes*, os microcomputadores passaram a ser produzidos pelos mais diversos fabricantes no esquema *Original Equipment Manufacturer* (OEM), aumentando ainda mais a concorrência. Mesmo com intensa competição, os fabricantes de microcomputadores são marcas globais conhecidas. No entanto, pelos mesmos mo-

13. Basicamente, a IBM inicialmente procurou Gary Kildall para licenciar o CP/M que, em 1981, havia se tornado o sistema operacional dominante para microcomputadores. Kildall, no entanto, não quis assinar o acordo de licenciamento exigido pela IBM (Chandler Jr., 1997).

tivos relacionados à disponibilidade de fornecimento, nada impedia que outros fabricantes entrassem no mercado de microcomputadores como, por exemplo, Lenovo (chinesa) e Positivo Informática (brasileira), que ingressaram na montagem de microcomputadores e notebooks.

Ao analisar a estrutura da indústria da microcomputação, entre a década de 1970 e 1990, verifica-se que ela era bastante articulada e complexa, com diversos fabricantes de processadores (Quadro 7), distante da estrutura concentrada prevista pelo modelo Ciclo de Vida da Indústria para a fase final do Quadro 2 (Malerba; Orsenigo, 1996). Além disso, concomitantemente, se desenvolveu um conjunto de fabricantes de periféricos e *softwares* que também não se tornaram dominantes.

Entretanto, o mais relevante desse processo evolutivo foi a aliança estratégica da IBM de escolher a Intel¹⁴ para os processadores e a *Microsoft* para o sistema operacional. Essa decisão gerou um efeito rede colocando a *Microsoft* como *first-mover*, cujas vantagens de escala e escopo foram aproveitadas pelo início da produção em massa de pacotes de *software* (*Office* e *Windows*) (Chandler Jr., 2005). Isso deu início à consolidação de um padrão proprietário em que o fabricante do hardware perdeu relevância, enquanto o uso quase exclusivo de processadores *Intel* e pacotes *Microsoft* passou a ser absolutamente dominante na indústria. Desse modo, no longo prazo, se confirma que a previsão do modelo Ciclo de Vida da Indústria para “Era da microcomputação” é válida para a indústria de processadores e de *softwares*, mas não se sustenta para a produção de microcomputadores (Quadro 6).

5.1. A convergência tecnológica com a telecomunicação e o desenvolvimento da internet

Embora não seja uma indústria propriamente dita, a internet tornou-se um meio central de acesso à informação sobre concorrentes, tecnologias e mercados, ao mesmo tempo que passou a condicionar a realização da produção física à sua disponibilização em plataformas digitais. Com a internet, diversas tecnologias e segmentos industriais específicos se desenvolveram, inclusive criando grandes corporações, como de fabricantes de antenas, roteadores, modem, cabos e fibra ótica, servidores, *switches*, *firewalls*, *datacenters* etc.

14. Não somente isso. Em meados dos anos de 1980 a Intel e *Microsoft* também estabeleceram acordo de uso dos seus processadores e Windows 1.0 pela Compaq, que aumentou ainda mais sua externalidade de rede (Chandler Jr., 2005).

Na primeira metade da década de 1990, à medida que os microcomputadores se difundiam amplamente e se consolidava o padrão *Windows/Intel*, o passo seguinte da evolução tecnológica passou a ser a conexão telemática. A partir da invenção da *World Wide Web* (*www*), que tornou a disponibilização de conteúdos e a navegação mais amigáveis ao usuário comum, teve início uma nova etapa da revolução digital. Em um primeiro momento, predominavam *sites* unidirecionais, voltados exclusivamente à disponibilização de conteúdos. Com o tempo, esses ambientes evoluíram para estruturas baseadas na interação e na valorização econômica das trocas entre diferentes agentes – anunciantes, comerciantes, firmas, produtores de conteúdo e consumidores –, viabilizando novas formas de realização de negócios. Nesse contexto, consolidou-se o conceito de plataforma, entendida como uma base virtual que coordena interações multidirecionais entre diversos agentes econômicos, distinguindo-se dos *sites* tradicionais de caráter predominantemente unidirecional. Essa convergência entre microcomputação, telecomunicações e internet redefiniu profundamente a organização dos mercados e os modelos de negócio, estabelecendo as bases da economia digital contemporânea.

5.2. O império das Big Techs: a concentração avassaladora

Segundo Silva Neto, Chiarini e Ribeiro (2022), a origem dos capitais das plataformas se concentra nos EUA, Europa e China, significando que a maior parte das transações virtuais se concentra nessa tríade, e que elas detêm o poder de controlar a dinâmica comercial do mundo. Para se ter uma dimensão do tamanho das plataformas, a GAFAM (*Google, Amazon, Facebook/Meta, Apple, Microsoft*), como as mais conhecidas *Big Techs* valem pouco mais do que 10% do Produto Interno Bruto (PIB) global (Gautier; Lamesh, 2021); estima-se que a *Amazon*, como líder do varejo on-line, tenha realizado 40% de todas as vendas on-line em 2019 (o que dever ter aumentado absolutamente durante a pandemia), e *Google*, com *Facebook*, respondem por mais de 60% de todos os gastos em anúncios digitais nos EUA (Spiegel; Waldfogel, 2021).

Da mesma forma que a maioria das indústrias aqui analisadas, a “indústria de plataformas” também pode ser analisada com base no modelo Ciclo de Vida da Indústria. Os *first-movers*, como *Amazon, Google, eBay, Facebook*, entre outros, não decorrem de firmas consolidadas em atividades concêntricas e sim foram outsiders com diversas histórias de “garagem” já conhecidas que tinham objetivos relativamente despretensiosos de vender alguma coisa em sites básicos iniciais ou conectar grupos de pessoas.

Um dos elementos importantes para o sucesso inicial das plataformas é o efeito rede (Tigre, 2019), que pode ser analisado como o *design* dominante da segunda fase do Ciclo de Vida da Indústria. Entretanto, muitas plataformas têm se destacado por adotarem estratégias de negócios diferenciados, que têm ameaçado aqueles que inicialmente conseguiram se consolidar pelo efeito rede. Por um lado, está o Google que, mesmo não sendo first-mover, por meio de estratégias tecnológicas e de negócios mais eficazes, superou os first-movers Yahoo, AltaVista, Lycos, entre outros, e conseguiu estabelecer um efeito rede determinante, que o tornou praticamente monopolista como maior mecanismo de publicidade global (atuando em nuvem, inteligência artificial, lojas digitais etc.). Por outro lado, está a Amazon, como first-mover, que detém um efeito rede importante desde o princípio, sem impedir que outras plataformas como Mercado Livre, eBay, Shopee, lojas de varejo brasileiras (Magazine Luiza, Casas Bahia etc.) atuem também como plataforma (atuação multidirecional), em alguns casos numa estratégia de nicho.

Na fase inicial do modelo Ciclo de Vida da Indústria, a “indústria de plataformas” caracterizou-se por um grande número de entrantes voltados às mais diversas atividades. Muitas dessas iniciativas, contudo, não se mostraram sustentáveis e acabaram não prosperando. Como a entrada tende a ser relativamente fácil, observa-se, ao longo do tempo, uma dinâmica recorrente de entrada e saída de plataformas no mercado. O principal desafio, entretanto, reside em sustentar uma dinâmica competitiva baseada em escala e em estratégias de negócio capazes de gerar efeitos de rede, condição fundamental para a consolidação de um *design* dominante.

Diferentemente das demais indústrias anteriores, a competição entre plataformas ocorre pela estratégia de conseguir o efeito rede (quanto mais usuários, mais valioso), que leva ao maior poder de monopólio. Por exemplo, quanto mais agentes (anunciantes, comerciantes, firmas, editores de conteúdos e consumidores) interligados a uma plataforma, maiores são as coletas de dados, os retornos crescentes e as barreiras à entrada, dado o desenvolvimento de aplicações com custos marginais próximos de zero. Assim, a competição ocorre pelo mercado, isto é, pela captura de agentes para a rede, e não pela disputa direta de produtos ou serviços, levando à consolidação da plataforma como *design* dominante no ciclo de vida da indústria (Katz, 2021). Nos termos do modelo Ciclo de Vida da Indústria, quanto maior a captura, maior a capacidade da “plataforma se tornar o *design* dominante”.

Um elemento que aumenta o poder de monopólio das plataformas é o ritmo em que elas fazem aquisições de *startups*. Uma vez que se trata de uma economia baseada no conhecimento e serviços, uma ideia a partir de uma *startup* que pode-

ria se tornar uma grande firma é rapidamente adquirida pela GAFAM em geral. De acordo com Gautier e Lamesh (2021), pelo menos 60% das firmas adquiridas pela GAFAM são descontinuadas por três motivos:

1. Pela possibilidade de incorporar uma nova oferta de produto/serviço com sua marca e não por um potencial concorrente;
2. Pelo interesse nos ativos da *startup* como desenvolvedores altamente qualificados, potencial de inovação, patentes e sua pequena rede de usuários; e
3. Por “assassinar” um potencial competidor no seu nascimento.

Por outro lado, muitas *startups* são criadas com o objetivo de serem adquiridas pela GAFAM, o que, para seus fundadores, constitui um negócio vantajoso, dado o elevado valor que pode ser obtido por empreendimentos ainda em estágio inicial, cujo crescimento independente exigiria investimentos incompatíveis com seu porte (Varian, 2021). Essas *startups*, em geral oriundas de projetos acadêmicos ou iniciativas de estudantes, após a aquisição, tendem a reiniciar o desenvolvimento de novas ideias vinculadas ao sistema das plataformas. Um caso emblemático é o *Minecraft*, desenvolvido de forma independente em 2009 e posteriormente adquirido pela *Microsoft* em 2014, sendo integrado ao *Xbox* e a outros produtos. Um desenvolvedor isolado dificilmente alcançaria efeitos de rede capazes de gerar valor semelhante, enquanto, para a *Microsoft*, a aquisição fortaleceu a competitividade do *Xbox* no mercado de jogos.

Apesar dessa dinâmica altamente concentradora na economia das plataformas, a estratégia de nicho pode ser relevante para se contrapor a esse processo. Algumas plataformas pequenas, porém, bem específicas para um determinado público, podem sobreviver em meio às grandes firmas, como é o caso da plataforma *Strava*, utilizadas para atletas amadores, ou o *TikTok*, para jovens (Jullien; Zantman, 2021). Ou seja, há espaço e estratégias para outras plataformas, contudo, é importante uma atenção ao comportamento predatório sobre as aquisições da GAFAM, que acaba adquirindo e aniquilando iniciativas que poderiam oferecer novos e melhores serviços (Gautier; Lamesh, 2021). Um mecanismo de resistência ocorre nos aplicativos de transporte desenvolvidos de forma cooperativa¹⁵ em algumas cidades brasileiras, seja porque as plataformas monopolistas (Uber,

15. Certamente, aplicativos mais complexos implicariam usar geolocalização para ter todas as facilidades e dados sobre a operação da atividade. Tudo isso significaria acordos ou pagamentos de uso do *Google Maps* (ou outra plataforma de geolocalização), cujo preço de uso não é baixo, o que já é uma barreira à entrada significativa aos movimentos alternativos contra o oligopólio. Por outro lado, a Uber ao usar o *Google Maps* não só tem escala, mas também retroalimenta o *Google* com dados que melhoram o seu desempenho.

InDrive, 99 etc.) não atuam por conta da baixa escala ou por conta da tentativa dos trabalhadores de melhorar a remuneração.

De toda forma, o processo de uberização é devastador, pois alternativas concorrentes tornam-se pouco viáveis diante da centralidade da escala, do escopo e do efeito de rede. O poder de mercado permite estratégias recorrentes de preços abaixo do custo e sustenta relações de trabalho extremamente precárias, como no caso dos entregadores por aplicativos. No setor cultural, apesar do amplo alcance proporcionado pelas plataformas, a remuneração de artistas passou a depender sobretudo de apresentações, já que a maior parcela do valor do streaming é apropriada por plataformas e gravadoras. À medida que o efeito rede se intensifica, ampliam-se a coleta de dados e o poder de mercado das plataformas, que passam a cobrar preços crescentes dos usuários pelo acesso a informações e análises, ao mesmo tempo que estes perdem controle sobre externalidades como a manipulação informacional e o estímulo ao consumismo. Ou seja, a assimetria de informação cresce exponencialmente (Jin; Wagman, 2021).

A questão central está no fato de que as plataformas se tornam um *hub* determinante para o acesso ao mercado em praticamente todas as atividades. Em geral, mesmo os oligopólios tradicionais industriais, de uma ou outra forma, dependem das plataformas para vendas, publicidades, geolocalização etc. A capacidade concentradora das plataformas atinge todos os setores da economia, inclusive os oligopolizados. A tendência à eliminação das firmas marginais pelas plataformas cresce rapidamente, uma vez que são capazes de entregar as mercadorias/serviços em qualquer lugar. Ao mesmo tempo, há intensidade de competição entre plataformas em alguns segmentos como de streaming e segmentos de varejo eletrônico.

Portanto, numa dinâmica muito mais avassaladora do que foi no século XX, o modelo Ciclo de Vida do Produto continua explicando o mundo atual. Porém, a tecnologia permite movimentos de resistências como os aplicativos de *startups* de mobilidade urbana, aplicativos abertos alternativos ao *Google Maps*, pequenos negócios que montam plataformas coletivas etc. Em outras palavras, a segunda fase do modelo – associada à emergência do *design* dominante – não elimina a possibilidade de desenvolvimento de tecnologias alternativas, que, embora não se tornem dominantes, podem atuar em nichos específicos. Essa disputa, contudo, não se dá em condições simétricas, uma vez que o *design* dominante tende a se consolidar em torno de grandes plataformas, como *Spotify*, *Netflix*, *Apple TV*, *Amazon* e *Uber*.

6. CONCLUSÕES

Este capítulo discutiu a evolução da estrutura industrial nos séculos XX e XXI, a partir de dois eixos analíticos: o modelo Ciclo de Vida da Indústria e o modelo schumpeteriano de inovação, com foco em importantes setores industriais que capitanearam as revoluções tecnológicas nos dois últimos ciclos de Kondratieff, segundo a periodização de Freeman e Perez (1988).

Os exemplos das indústrias automobilística, farmacêutica, da computação e de plataformas demonstram que a geração e difusão de novas tecnologias abrem oportunidades para alteração da estrutura industrial ao longo do tempo. A emergência de *designs* dominantes em um determinado momento, como o fordismo no início do século XX, o padrão *Windows/Intel* após a Segunda Guerra Mundial, a biotecnologia nos anos de 1970 ou as plataformas digitais, mais recentemente, tendem a deslocar o padrão de concorrência da inovação de produto para a inovação de processo. Esse movimento, por sua vez, tende a aumentar as barreiras à entrada e favorecer a concentração industrial. Isso porque economias de escala e de escopo ou economias de rede atuam como mecanismos econômicos que reforçam a tendência à concentração de mercado ao longo do tempo, conferindo vantagens competitivas às grandes corporações.

Ressalte-se que a trajetória evolutiva das indústrias não é linear. Há períodos caracterizados por maior fluxo de entrada de competidores, quando há maior diversidade tecnológica e concorrentes potenciais associados ao padrão Schumpeter Mark I. Ao longo do tempo, com a emergência de *designs* dominantes, há maior apropriabilidade, cumulatividade e domínio das grandes firmas, que obtêm vantagens de diferentes naturezas (escala, escopo, rede), típicas do Schumpeter Mark II. A transição de uma fase a outra não implica substituição completa de competidores e anulação da inovação de produtos, mas mudança de tendência, na qual se observa propensão à concentração da indústria. Mesmo em Schumpeter Mark II, nada impede necessariamente as ameaças competitivas, como ilustra o toyotismo a partir dos anos de 1980, que reverteram parcialmente a lógica fordista sem, contudo, eliminar a centralidade da escala.

No entanto, essa alternância não ocorre exatamente como no Ciclo de Vida da Indústria. Na indústria farmacêutica, houve coexistência entre mudança de paradigma tecnológico e manutenção da hegemonia das grandes firmas, em grande medida por causa do seu domínio sobre os ativos complementares e das altas exigências regulatórias, que dificultam a entrada de novos concorrentes. Já na indústria da computação, especificamente na Era dos *mainframes*, observam-se longos períodos de coexistência de diversos padrões tecnológicos alternativos. É somente

a partir do desenvolvimento de microcomputação que surgem *designs* dominantes, que levariam então à consolidação de grandes empresas no setor. Já no caso das plataformas digitais, as economias de escala e escopo, características da indústria automotiva, sobretudo no início do século XX, são substituídas por economias de rede, mas que resultam, de igual maneira, na concentração de mercado.

Em síntese, a evolução da estrutura industrial nos séculos XX e XXI deriva de um processo de coevolução entre inovação, organização das firmas e instituições. A tendência de concentração industrial é marcante, mas sua forma de manifestação e intensidade varia entre os setores de atividades e momentos históricos. Dessa forma, pode-se concluir que os marcos analíticos adotados no capítulo são complementares para compreender as diferentes trajetórias possíveis nas indústrias.

REFERÊNCIAS

ABERNATHY, William J.; UTTERBACK, James M. Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, v. 80, n. 7, p. 40-47, 1978.

ALECRIM, Emerson. O que é processador Intel Core? Tecnoblog, 2023. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-processador-intel-core/>>. Acesso em: 14 fev. 2025.

ASG INTEGRADORA. *As 10 empresas mais poderosas em redes corporativas*. 2020. Disponível em: <<https://www.asg.com.br/post/as-10-empresas-mais-poderosas-em-redes-corporativas-2020>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CHANDLER JR., Alfred D. The Computer Industry. In: YOFFIE, David B. (Ed.). *Competing in the Age of Digital Convergence*. Boston: Harvard Business School Press, 1997. p. 37-122.

CHANDLER JR., Alfred D. *Strategy and Structure: Chapters in the History of American Industrial Enterprise*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998. 463 p.

CHANDLER JR., Alfred D. *Inventing the Electronic Century: The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*. Cambridge, MA; London: Harvard University Press, 2005. 342 p.

COMPUTER HISTORY MUSEUM. *ERMA Can Do It!* Disponível em: <<https://computerhistory.org/blog/erma-can-do-it/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

COMPUTERWORLD. *Amdahl Gives up on Mainframe Business*. Disponível em: <<https://www.computerworld.com/article/1352193/amdahl-gives-up-on-mainframe-business.html>>. Acesso em: 2 dez. 2024.

CORIAT, Benjamin. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: Revan, 1994.

CORTADA, James W. Progenitors of the Information Age: The Development of Chips and Computers. In: CHANDLER, Alfred D.; CORTADA, James W. (Ed.). *A Nation Transformed by Information: How Information Has Shaped the United States from Colonial Times to the Present*. New York: Oxford University Press, 2000. Cap. 6.

DANTAS, Mário. *Elementos de gestão do conhecimento*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2024. Disponível em: <<https://www.inf.ufsc.br/~mario.dantas/egc.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

DAVID, Paul A. Clio and the Economics of QWERTY. *The American Economic Review*, v. 75, n. 2, p. 332-337, May 1985.

DOSI, Giovanni. 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.

- FABRIS, R. *Product Innovation in the Automobile Industry*, Dissertação – University of Michigan, 1966, p. 92 apud Utterback (1994).
- FLAMM, Kenneth. *Creating the Computer: Government, Industry, and High Technology*. Washington, DC: Brookings Institution, 1988.
- FREEMAN, Christopher. The ICT Paradigm. In: MANSELL, Robin; AVGEROU, Chrisanthi; QUAH, Danny; SILVERSTONE, Roger (Ed.). *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*. Oxford: Oxford University Press, 2009. p. 34-54.
- FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERG, Gerald; SOETE, Luc (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London; New York: Pinter Publishers, 1988. p. 38-66.
- FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. A produção em massa e os automóveis. In: FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. *A economia da inovação industrial*. Campinas: Editora Unicamp, 2008. p. 237-276.
- GAUTIER, Axel; LAMESCH, Joe. Mergers in the Digital Economy. *Information Economics and Policy*, v. 54, p. 100.890, Mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100890>>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- GUIMARÃES, Reinaldo. Os dilemas da Big Pharma. *Physis*, v. 25, n. 2, p. 353-357, June 2015. DOI: 10.1590/S0103-73312015000200002.
- HENNEPIN HISTORY MUSEUM. *Honeywell's First Computer: The Datamatic 1000*. Disponível em: <<https://hennepinhistory.org/honeywells-first-computer-the-datamatic-1000/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- HOBSBAWM, Eric J. *Aerado capital*, 1.848-1.875. 3.ed. Rio de Janeiro: Paze Terra, 1982. 343 p.
- HONEYWELL. *Our history*. Disponível em: <<https://www.honeywell.com/us/en/company/our-history>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- IBM. *The IBM System/370*. Disponível em: <<https://www.ibm.com/history/system-370>>. Acesso em: 2 dez. 2024.
- IBM. *Thomas J. Watson Sr.* Disponível em: <<https://www.ibm.com/history/thomas-watson-sr>>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- INTEL. *Intel Quick Reference Guide*. Disponível em: <<https://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm#1993>>. Acesso em: 14 fev. 2025.
- JIN, Ginger Zhe; WAGMAN, Liad. Big Data at the Crossroads of Antitrust and Consumer Protection. *Information Economics and Policy*, v. 54, p. 100.865, Mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100865>>. Acesso em: 8 maio 2025.
- JULLIEN, Bruno; SAND-ZANTMAN, Wilfried. The Economics of Platforms: A Theory Guide for Competition Policy. *Information Economics and Policy*, v. 54, 100.880, Mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100880>>. Acesso em: 10 maio 2025.
- KALE, Dinar; LITTLE, Steve. From Imitation to Innovation: The Evolution of R&D Capabilities and Learning Processes in the Indian Pharmaceutical Industry. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 19, n. 5, p. 589-609, Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537320701521317>.
- KATZ, Michael L. Big Tech Mergers. *Information Economics and Policy*, v. 54, p. 100.883, Mar. 2021. DOI: 10.1016/j.infoecopol.2020.100883.

KATZ, Richard; PHILLIPS, Almarin. Government, Economies of Scale and Comparative Advantage. In: GIERSCHE, Herbert (Ed.). *Emerging Technologies*. Kiel: Kiel Institute; J. C. B. Mohr, 1982. p. 123-145.

LIST, Friedrich. *Sistema Nacional de Economia Política*. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 338 p. (Os Economistas).

LUNDVALL, Bengt-Åke. Standards in an Innovative World. In: HAWKINS, Richard; MANSELL, Robin; SKEA, Jim. (Ed.). *Standards, Innovation and Competitiveness: The Politics and Economies of Standards in Natural and Technical Environments*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1995. p. 15-34.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Schumpeterian Patterns of Innovation. *Cambridge Journal of Economics*, Cambridge, v. 19, p. 47-65, 1996.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: Towards a History-Friendly Model. *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 4, p. 667-703, 1 Aug. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/11.4.667>.

MALERBA, F Franco; ORSENIGO, Luigi. The Evolution of the Pharmaceutical Industry. *Business History*, v. 57, n. 5, p. 664-687, 4 July 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00076791.2014.975119>.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. The Dynamics and Evolution of Industries. *Industrial and Corporate Change*, v. 5, n. 1, p. 51-87, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icc/5.1.51>. Acesso em: 1 ago. 2024.

MICROSOFT Compra criadora de 'Minecraft' por US\$ 2,5 bilhões. G1, 15 set. 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/games/noticia/2014/09/Microsoft-compra-criadora-de-minecraft-por-us-25-bilhoes.html>. Acesso em: 10 fev. 2025.

MITEU, Goshen D. Patenting: The Bayh-Dole Act and its Transformative Impact on Science Innovation and Commercialization. *Annals of Medicine & Surgery*, [S. l.], v. 86, n. 6, p. 3.192-3.195, June 2024. DOI: <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000002047>.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. *Trajetórias da inovação*. Campinas: Editora Unicamp, 1998. cap. 5, p. 141-184.

MUSEU CAPIXABA. Hoje. *Museu Capixaba*, 2024. Disponível em: <https://museucapixaba.com.br/hoje/>. Acesso em: 6 dez. 2024.

NCR. NCR CRC-102. Disponível em: <http://www.ncr.org.uk/ncr-crc-102>. Acesso em: 20 fev. 2025.

ORDEN, Alex. *Application of the Burroughs E101 Computer*. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1455270.1455281>. Acesso em: 20 fev. 2025.

OWINGS, James L. *The RCA BIZMAC System Central*. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1455410.1455457>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PÉREZ, Carlota. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010. Disponível em: https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/publicaciones/marco-teorico/Revoluciones_tecnologicas_y_paradigmas_tecnoeconomicos.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

PILKINGTON, Rosemarie. Resenha de: FAGGIN, Federico. Silicon: From the Invention of the Microprocessor to the New Science of Consciousness. *Journal of Scientific Exploration*, v. 35, n. 3, p. 687-692, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publi>

cation/354865463_Silicon_From_the_Invention_of_the_Microprocessor_to_the_New_Science_of_Consciousness_by_Federico_Faggin>. Acesso em: 2 fev. 2025.

RADDER, Hans; SMIERS, Joost. Medical Research without Patents: It's Preferable, It's Profitable, and It's Practicable. *Accountability in Research*, v. 3, n. 2, p. 1-22, 7 Mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/08989621.2024.2324913>.

SACHS, Jason. *Development of the MOS Technology 6502: A Historical Perspective*. Publicado em 18/6/2022. Disponível em: <<https://www.embeddedrelated.com/showarticle/1453.php>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SCANNELL, Jack W.; BLANCKLEY, Alex; BOLDON, Helen; WARRINGTON, Brian. Diagnosing the Decline in Pharmaceutical R&D efficiency. *Nature Reviews Drug Discovery*, v. 11, n. 3, p. 191-200, 2012. DOI: 10.1038/nrd3681.

SILVA NETO, Victo José da; CHIARINI, Tulio; RIBEIRO, Leonardo da Costa. *Viagens de descobrimento: mapeando a geografia da economia de plataformas*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO, 6., 2022. *Anais eletrônicos [...]*. São Paulo: Blucher, 2022. v. 9, n. 1, [s.p.]. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/viagens-de-descobrimento-mapeando-a-geografia-da-economia-de-plataformas-37219>>. DOI: 10.5151/vi-enei-815>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SPIEGEL, Yossi; WALDFOGEL, Joel. Introduction to the Special Issue of Information Economics and Policy on "Antitrust in the Digital Economy". *Information Economics and Policy*, v. 54, p. 100.894, Mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100894>>. Acesso em: 10 maio 2025.

SCHUMPETER, Joseph Alois. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Trad. Sérgio Góes de Paula. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHUMPETER, Joseph Alois. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo conjuntural*. Trad. Maria Sílvia Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997. (Coleção Os Economistas).

TEECE, David J. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy. *Research Policy*, v. 15, n. 6, p. 285-305, Dec. 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2).

TIGRE, Paulo Bastos. Plataformas tecnológicas e a economia do compartilhamento. In: TIGRE, Paulo Bastos; PINHEIRO, Alessandro Maia (Coord.). *Inovação em serviços na economia do compartilhamento*. São Paulo: Saraiva Educação, 2019. cap. 2.

TORRES, Ricardo L.; HASENCLEVER, Lia. A evolução institucional das indústrias farmacêuticas indiana e brasileira revisitada. *História Econômica & História de Empresas*, v. 20, n. 2, 15 dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.29182/hehe.v20i2.461>.

TOYOTA. *How Does Toyota's 5S Process Improve Any System?* Disponível em: <<https://www.toyotacf.com/how-does-toyotas-5s-process-improve-any-system/>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

UNISYS. *Company History*. Unisys, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.unisys.com/company-history/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

UTTERBACK, James M. *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

VARIAN, Hal R. *Seven Deadly Sins of Tech?* *Information Economics and Policy*, [S.l.], v. 54, p. 100.893, Mar. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2020.100893>>.

Acesso em: 10 maio 2025.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo: o relato da história da produção enxuta*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YUGUE, Ricardo Toshio; MORILHAS, Leandro José; FISCHMANN, Adalberto Americo; CALVOSA, Marcello Vinicius Dória. Uma análise das aquisições de laboratórios no mercado farmacêutico brasileiro. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, Rio de Janeiro, v. 5, n. esp., p. 101-117, 2010. Disponível em: <<http://atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-06/index.php/ufrrj/article/view/847/0>>. Acesso em: 15 maio 2025.

Organizações e mercados

Eduardo da Motta e Albuquerque

INTRODUÇÃO

Em capítulos anteriores, este livro trouxe a discussão sobre organizações como firmas (Tatsch, 2026) e as estruturas criadas por suas aglomerações em indústrias (Shima *et al.*, 2026) que evoluem e mercados com suas transformações sistemáticas (Melo, 2026). Como componentes do sistema complexo que é a economia capitalista contemporânea, são dois conjuntos de instituições que interagem entre si, como sugerido por Simon (1991), construindo um novo nível de articulação – novas estruturas que se influenciam reciprocamente. Essa articulação é um passo intermediário na construção mais completa do que seria o sistema complexo que é a economia contemporânea, pois as diversas inter-relações e circuitos de causalidade entre organizações e mercados compõem elementos da dinâmica mais geral do capitalismo atual.

O entrelaçamento entre firmas e mercados está presente na literatura econômica, um reconhecimento de que não é possível discutir firmas sem discutir mercados. Coase (1937) é uma ilustração da percepção desse entrelaçamento: quando firmas internalizam estágios de processos produtivos estão alterando o funcionamento do mercado, substituindo a coordenação da produção pelo mercado, pela coordenação da produção e pela administração. Segundo Coase (1937), custos de transação são custos de utilizar o mercado, custos minimizados pelo crescimento da coordenação por administração: firmas crescem e mudam os mercados. Assim,

não é possível debater mercados sem discutir firmas – mercados vão se transformando à medida que novas firmas em novos setores aparecem criando estruturas que transformam os mercados, estão por trás de suas propriedades multifractais (Melo, 2024). Langlois (1994; 2003; 2023) introduz na literatura uma dimensão do mercado, a sua espessura (*market thickness*), que é definida também pela população de firmas presentes em determinado lugar e em determinado momento.

Essas relações entre organizações e mercados são exploradas de forma explícita por Simon. Essa interação determina transformações estruturais na economia, a ponto de Simon (1991, p. 23) considerar que uma economia de organizações (*organizational economy*) caracterizaria melhor a economia dos Estados Unidos do que o conceito de uma economia de mercado (*market economy*). Simon (1991, p. 43) avalia a economia nos Estados Unidos como uma economia mista.

A avaliação da economia contemporânea como economia mista é compartilhada por Nelson (2012; 2022). Essa avaliação comum de Simon (1991) e de Nelson (2012, 2022) é uma indicação das profundas mudanças estruturais ocorridas nesse sistema econômico, de novas fases no sistema. Há implícita, nesta avaliação, uma dinâmica na qual a economia se transforma pela interação entre organizações e mercados (Simon) e pela operação combinada de mecanismos mercantis e não mercantis (Nelson).

Essa perspectiva de dinâmica no sistema – lembrar de Dosi (1997, p. 1.531): *dynamics first* – envolve uma avaliação mais precisa do papel do mercado no sistema. Para essa avaliação, Simon e Nelson teriam diagnósticos complementares na crítica a visões simplistas (limitadas?) sobre a instituição mercado e seu papel no capitalismo contemporâneo. Ambos os autores, cada um de sua forma peculiar, revistam explicitamente os debates sobre o “cálculo econômico no socialismo” (Simon, 1991, p. 43; Nelson, 1981, pp. 94-95) e dessa forma apresentam contribuições importantes. Simon (1991, pp. 39-41) sugere que a visão de Hayek sobre a capacidade do mercado de disponibilizar as informações relevantes através do preço talvez se limite a condições muito específicas do mercado, desconhecendo incerteza e outros fenômenos inextirpáveis da dinâmica econômica (p. 40) e subestimando a necessidade de transferência de informações além do preço na relação entre duas firmas (p. 41). Nelson (2012, p. 296) sugere que abordagens como a inspirada em Hayek não conseguiriam captar toda a realidade contemporânea ao limitar o seu entendimento apenas aos seus aspectos mercantis, subestimando os elementos não mercantis da dinâmica de “economias capitalistas modernas”. Assim, este capítulo necessita estabelecer uma visão não simplista do que é a instituição mercado para avaliar como é sua interação com organizações – fazendo-se necessário articular as visões de Simon e Nelson com a interpretação construída

por Melo (2024). Explorar essas interações e essas influências recíprocas é o objetivo deste capítulo.

1. A CONTRIBUIÇÃO DE SIMON E UM DIÁLOGO COM NELSON

“Organization and Markets” (Simon, 1991) é pioneiro na elaboração de sistemas complexos (Naidu, 2024). O artigo está estruturado para entender o que ele sugere ser “uma economia organizacional com relações de mercado entre organizações” (p. 23) – trata da “ubiquidade das organizações”, de “motivação e eficiência nas organizações”, da “autoridade – relação de emprego”, “recompensas como motivação”, “lealdade: identificação com objetivos organizacionais”, “coordenação” e uma conclusão, na qual Simon propõe reabrir debates sobre “quando se espera que organizações baseadas no lucro, organização filantrópicas (*nonprofit*) e organizações governamentais operam bem e quando a competição mercantil é necessária para disciplinar organizações para operar eficientemente” (p. 43). Essa questão de Simon é bastante similar à avaliação de Nelson de que “the economic systems problem has not gone away” (2022, p. 592).

A estrutura do texto indica como a inter-relação entre firmas e mercados organiza a economia. A ênfase inicial nas organizações, nesse texto, parte de uma avaliação da subestimação pela teoria econômica dessas instituições para a dinâmica geral. Simon e March têm um livro clássico sobre organizações (March; Simon, 1958), por isso esse texto pode ser lido como uma oportunidade de explorar melhor a inter-relação com mercados.

Ao longo do artigo pelo menos quatro observações sobre mercados são apresentadas por Simon:¹

- 1 A incerteza é um elemento que afeta o sistema de preços (Simon, 1991, p. 40), pois “prices perform their informational function when they are known or reasonably predicable”. Teórico da racionalidade limitada (ver Avellar, 2026), Simon ressalta aqui que mudanças não previsíveis afetam a habilidade dos agentes em responder racionalmente (p. 40).
2. À medida que a economia se torna mais complexa, o sistema de preços encontra limites e outras formas de organização são necessárias, fenômeno

1. As discussões sobre os limites e ilusões acerca da operação do mercado apresentadas por Simon têm explícitas referências críticas à posição de Hayek (March; Simon, 1950, p. 203-208; Simon, 1991, p. 39). Há também referências implícitas: “The assertion that markets permit each firm to do its business with little knowledge of its partners is a fiction” (Simon, 1991, p. 41).

que seria ilustrado por uma “economia moderna em condições de guerra”: nessas condições o mecanismo de preços é “parcialmente deslocado pelo planejamento central” (March; Simon, 1950, p. 205; Simon, 1991, pp. 39-40). O uso do termo complexo por Simon não deve ser visto como descuidado, na medida em que ele é um autor reconhecido como um dos pioneiros dos estudos sobre sistemas complexos (Naidu, 2024).

3. Na relação entre organizações mais do que informações sobre preços e quantidades são necessárias. Preços provêm apenas um dos mecanismos de coordenação entre organizações ou em seu interior (p. 40), ao mesmo tempo em que contratos negociados entre firmas “usualmente especificam muito mais do que preços e quantidades” (Simon, 1991, p. 41).
4. Há outros mecanismos para a descentralização de atividades econômicas que não estão relacionados ao mecanismo de mercado (March; Simon, 1950, p. 204, 207).

Esses comentários podem ser utilizados como referências para discussões contemporâneas, na medida em que a economia tem avançado para níveis cada vez maiores de “complexidade” – mais estruturas, mais firmas, mais nações, mais tecnologias etc. –, a economia contemporânea tem resíduos importantes de uma economia de guerra, por meio dos gastos crescentes com armas (Sipri, 2026) e da institucionalização do complexo militar-industrial – uma forma peculiar de organização governamental –, além da persistência de fenômenos que determinam a dificuldade da existência de preços previsíveis. Complexidade, resíduos de economia de guerra e imprevisibilidade na determinação de preços são fenômenos que restringem a eficiência da operação do mercado, o que impõe demandas para as organizações. São elementos importantes ou “forças sutis” que determinam “organization size and degree of integration, and the boundaries between organizations and markets” (Simon, 1991, p. 41). Certamente, esses fenômenos estão em constante movimento, dadas as forças sutis que os determinam.

Essa movimentação permanente entre diferentes formas institucionais, agora avaliadas sobre o prisma da polaridade e da combinação (*mix*) entre instituições mercantis e não mercantis, é objeto da elaboração de Nelson (2022). Ao tratar do “mix of market and non-market elements varying greatly across economic sectors”, Nelson sugere que “[t]he economic systems challenge we face is to get that mix right in different fields of economic activity” (p. 592). Lidar com essa combinação é crucial porque estamos lidando com um sistema capitalista que é uma economia mista (Nelson, 2012). Para as discussões deste capítulo, a análise de Nelson sobre essas diferentes combinações entre instituições mercantis e não

mercantis no capitalismo contemporâneo é uma contribuição-chave para a compreensão da dinâmica econômica atual.

Um diálogo entre Simon e Nelson vai além da identificação da economia capitalista moderna como economia mista.² Nelson e Winter (1982) se apoiam na obra de Simon extensamente, em especial para sustentarem a síntese apresentada sobre os padrões comportamentais das firmas, baseados em rotinas, busca e seleção (1982, pp. 128-136). Simon (2000, p. 33), por sua vez, considera que Nelson e Winter introduziram a racionalidade limitada na abordagem da economia evolucionária.

A articulação entre instituições e mecanismos mercantis e não mercantis na obra de Nelson está presente na própria definição de mercado: fonte de seleção na economia. As inovações precisam passar pelo teste do mercado, o mecanismo de seleção – um elemento schumpeteriano na análise. Porém, na moderna economia capitalista, a seleção também é realizada por mecanismos não mercantis: uma ilustração é o Departamento de Defesa nos Estados Unidos selecionando aviões, armamentos etc. Dessa forma, há aqui uma característica do mercado no capitalismo moderno, numa economia mista: ele não detém o monopólio na seleção.

A elaboração de Nelson neste tópico é especialmente importante para complementar as “forças sutis” que Simon aponta por traz dos movimentos das fronteiras entre firmas e mercados: A “natureza mista dos sistemas econômicos modernos” (Nelson, 2022, p. 592) é derivada de permanentes rearranjos na combinação (*mix*) entre instituições mercantis e não mercantis (2022, p. 604), arranjos que precisam ser reorganizados na medida em que novas tecnologias e novas indústrias emergem, com novos desafios para a governança (p. 592) e mudanças estruturais não previsíveis (p. 593). A importância das mudanças e ajustes nas combinações entre instituições mercantis e não mercantis está na reconfiguração das economias capitalistas e como mudanças ao longo do tempo afetam essa combinação (*mix*), explicitada na proposição de reformas apresentadas por Nelson (2012) na seção intitulada “Economic organization and governance as a continuing challenge”.

A articulação entre as elaborações de Simon e Nelson é um referencial para os temas deste capítulo, pois Simon inclui no mosaico de formas organizacionais

2. Outro ponto em comum entre Nelson e Simon é a referência ao debate do “cálculo econômico sob o socialismo”. Nelson (1981, pp. 94-95) cita esse debate – com referências à obra de Simon –, sendo criticado por Kirzner (1986, p. 16) pela forma como ele abordou o tema. Na obra de Nelson há importantes referências às obras de Dahl e Lindbloom (1953), Ward (1967), entre outros, nas quais os debates sobre sistemas econômicos estão presentes. Nelson (2005, p. 375) termina um livro sobre os limites do mercado com uma crítica às simplificações da visão de Hayek, por subestimar a dimensão dos mecanismos não mercantis no funcionamento das economias capitalistas contemporâneas.

tanto firmas, organizações *nonprofit* e organizações governamentais, que podem ser traduzidas para uma dinâmica mais geral entre diferentes combinações entre instituições mercantis e não mercantis na elaboração de Nelson. Um quadro teórico é essencial para uma metodologia lidar com a economia contemporânea.

2. INTER-RELACIONAMENTOS ENTRE FIRMAS E MERCADOS NA LITERATURA

A inter-relação entre essas duas dimensões da economia capitalista – firmas/ organizações e mercados – é tão intensa que ela está presente nas elaborações clássicas da teoria da firma. Esta seção busca apresentar como essas teorias trataram dessas inter-relações.

Coase (1937) abre uma linha de pesquisa que amplia a compreensão do mercado, ao propor a abordagem dos custos de transação: custos incorridos por firmas para utilizar o mecanismo de mercado (p. 21). Firms e mercados são mecanismos alternativos de coordenação da produção (p. 19), a opção da coordenação da produção internalizando estágios da cadeia produtiva em uma firma significa a “superação do mecanismo de preço” (p. 20). Há em Coase (1937, p. 23) uma dinâmica entre firmas e mercados, pois o crescimento da firma, incorporando mais transações que poderiam ser coordenadas pelo mecanismo de preços, significa uma restrição do mercado. Ou seja, o crescimento da firma impacta o mercado – Coase comenta que “em um sistema competitivo há um tamanho ‘ótimo’ de planejamento” (nota 14, p. 31).

Schumpeter (1942) explicita uma avaliação do efeito das vantagens competitivas das grandes empresas e seus laboratórios de pesquisa e desenvolvimento – uma inovação organizacional interna às firmas – impondo transformações em estruturas de mercado, com a emergência e crescente importância de estruturas monopolistas e oligopolistas. Ou seja, mercados são transformados por empresas que crescem em função de suas competências tecnológicas.

Chandler (1977) apresenta uma história da emergência da empresa multidivisional nos Estados Unidos entre a década de 1860 e a Primeira Guerra Mundial. A história das transformações nas empresas é indissociada das transformações no mercado nos Estados Unidos, que por sua vez estão indissociadas de mudanças nas condições de transporte e comunicações (Parte II de seu livro). Chandler (1977) apresenta uma elaboração na qual esse inter-relacionamento está descrito em várias dimensões. Há a dimensão do efeito da transformação dos mercados sobre a potencial exploração de economias de escala por empresas líderes – esse

potencial para explorar economias de escala impacta firmas estabelecidas que são estimuladas a se transformarem internamente para se expandirem e aproveitarem essas economias de escala potenciais. Há a dimensão do efeito do crescimento das firmas sobre os mercados, explicitada em uma proposição: “As the large enterprises grew and dominated major sectors of the economy, they altered the basic structure of these sectors and of the economy as a whole” (1977, p. 10). Gordon (2012) é uma leitura de como essas transformações descritas por Chandler impactam a estrutura de demanda e consumo na economia dos Estados Unidos, uma interpretação desenvolvida por Melo (2019).

Hymer (1970) abre um novo horizonte de pesquisa com seus estudos pioneiros sobre a firma multinacional, uma transformação estrutural na medida em que o mercado mundial passa a ser uma referência básica. Segundo Hymer (1970, p. 443), “[i]t seems that after a certain point, a corporation comes to think in terms of its world market position rather than merely its United States or European market position and to plan in terms of worldwide factor availabilities and demand patterns”. Seguindo Coase e Chandler, Hymer sugere que “[c]ada etapa na evolução da empresa empresarial teve implicações importantes para a estrutura da economia internacional” (p. 442). Mais especificamente, “[c]orporações multinacionais são um substituto para o mercado como um método de organização de troca internacional” (p. 441). Ou seja, a questão das relações entre organizações e mercados deve ser tratada também no nível internacional. No nível mundial, as relações entre firmas multinacionais e mercados são multiplicadas, porque muitas vezes a chegada de uma subsidiária em um novo país pode representar a criação de um novo mercado nesse país – e uma expansão do mercado mundial. A obra de Dunning e Lundan (2008) pode ser lida como uma sistematização dessas relações.

A dupla causalidade entre firmas e mercados é captada também na obra de Williamson (1985), a partir da explicitação de uma definição mais ampla de estruturas de governança, com mercados e hierarquias em extremos de um conjunto de possibilidades de articulações, dinamicamente estabelecidas. Mudanças tecnológicas, mudanças nas condições gerais da economia mediadas pela intensidade da incerteza – uma das dimensões das transações – impactam as fronteiras das firmas e movimentam a abrangência do mercado –, explicitando o impacto das condições gerais do mercado sobre as estruturas de governança. Williamson (1985) traz uma contribuição adicional ao tratar da firma multinacional e de um conjunto de estruturas de governança intermediárias, elaboração essencial para lidar com cadeias de valor na esfera nacional e internacional.

Mais recentemente, o debate em torno da elaboração de Chandler (Lamoureux *et al.*, 2003; Langlois, 2003; 2023) contribui para uma visão mais abrangente dessas relações recíprocas. Esse rico debate é importante para este capítulo porque um ponto sempre tratado por críticos da firma chandleriana é a mudança sofrida pelo mercado nos Estados Unidos, incluindo o seu crescimento, maior diversificação e sofisticação. O resultado mais importante é um quadro mais abrangente de diferentes formas de firmas no capitalismo contemporâneo, um mosaico bastante amplo tanto de firmas como de articulações entre elas – redes de cooperação, contratação e subcontratação (Langlois, 2023, pp. 550-551). Um balanço desse debate poderia destacar a persistência da firma chandleriana nesse mosaico muito mais vasto de firmas e formas organizacionais no século XXI: uma boa descrição de um tipo de forma organizacional é apresentada pela United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2013, p. 140), cadeias globais de valor que envolvem ao menos três diferentes níveis, com uma empresa transnacional desempenhando o papel de regente dessas redes globais.

A elaboração de Langlois (1994; 2003; 2023) traz enormes contribuições para este capítulo, na medida em que ele atribui particular atenção às condições do mercado para a definição das formas organizacionais mais adequadas em cada momento. Langlois (2023, p. 5) permite dinamizar ainda mais os processos de definição das fronteiras das firmas: “The boundary between market coordination and administrative coordination can shift – in either direction.” Essas múltiplas possibilidades de movimentação são determinadas pelas múltiplas inter-relações possíveis entre firmas, suas redes e mercados. A elaboração de Langlois – e os debates em torno da firma chandleriana, em particular o número especial da revista *Enterprise & Society* (volume 5, número 3, 2005) – tem uma perspectiva privilegiada dada pela condição de observar um conjunto de transformações estruturais derivadas de revoluções tecnológicas e inovações radicais que emergiram ao longo do século XX e no início do século XXI, mudanças que estruturam o mosaico de formas organizacionais discutido nesses debates.

Em síntese, a leitura da literatura indica a inter-relação entre firmas/organizações e mercados, uma percepção da impossibilidade de discutir os dois temas separadamente. Essa inter-relação pode ser um tema específico de investigação, o que será feito nas próximas seções, a partir de um olhar sobre firmas inicialmente, e posteriormente sobre mercados, para revisitar as suas inter-relações – dupla determinação.

3. FIRMAS CRIANDO MERCADOS

O capítulo de Tatsch (2026) discutiu como firmas são organizações que se transformam todo o tempo, cujas fronteiras se movimentam incessantemente. Esse tópico merece destaque, porque se as firmas são um componente básico da economia capitalista, esse componente se movimenta todo o tempo, o que tem implicações para a construção agregada da dinâmica fora-do-equilíbrio do sistema. Firms agregam-se em estruturas de mercado (Scherer; Ross, 1991), que se transformam ao longo do tempo, como discutido no capítulo de Shima *et al.* (2026). Essas transformações – evolução de indústrias – são reconfigurações das estruturas de mercado, associadas à multiplicação de capacidades produtivas, geradoras de massas salariais crescentes e lucros, que constituem a dimensão do mercado, que por sua vez, como Adam Smith (1776) elaborou, definem as possibilidades da divisão de trabalho e especialização. Ao longo do tempo, a dimensão da especialização e divisão de trabalho afeta também a divisão de trabalho entre firmas (Pavitt, 1998), com sua crescente sofisticação, que dinamicamente permite a reconfiguração nas redes de cooperação entre diferentes firmas, com consequências para a definição de suas fronteiras.

As transformações estruturais nas firmas, desde as firmas típicas do período inicial da revolução industrial até as empresas transnacionais que coordenam cadeias globais de valor da atualidade, expressam enormes transformações em suas relações com mercados, literalmente a transição de sua operação em mercados locais para a operação em mercados mundiais.

Firmas são componentes do mercado – fonte de oferta de mercadorias –, mas firmas são também construtoras de novos mercados, tópico explorado no livro de Hamilton *et al.* (2011) – *The Market Makers* – que discute o papel de varejistas na criação de mercados.³ Um bom exemplo é o capítulo intitulado “Amazon and eBay: Online Retailers as Market Makers” (pp. 155-177). Essa abordagem pode ser estendida, pois novas firmas ao lançarem novos produtos – novas mercadorias – estão criando novos mercados, estão, portanto, transformando mercados existentes. Assim, a dinâmica inovativa que caracteriza a economia capitalista moderna, a permanente invenção de novas mercadorias – os novos produtos e novos processos da tipologia inicial de Schumpeter (1911, capítulo 2), pois novos

3. Petrovic e Hamilton (2011, p. 31) sugerem uma linha de pesquisa bem alinhada com Simon (1991) – que não consta nas referências do livro, ao comentar que “[w]hen we think of capitalista economies, we think of organizations, or of markets, but rarely put them together”.

processos muitas vezes dependem de novas máquinas, novos produtos também –, é também a criação de novos mercados.

4. MERCADOS TRANSFORMANDO FIRMAS

Melo (2026) tratou do mercado como uma instituição em transformação permanente, resumizando a sua persistente transformação na história econômica do sistema capitalista, avaliando com os adequados instrumentos estatísticos a transição do mercado como rede aleatória para rede auto-organizada em torno das mudanças provocadas pela revolução industrial. Na análise de Melo (2026, especialmente na Figura 10), está a sugestão de que ao longo do tempo a instituição do mercado também é transformada pelo aparecimento de novas camadas, novas estruturas que moldam seu funcionamento – tema trabalhado por Vilela (2023).

Vilela pesquisa como ao longo do tempo novas camadas são incorporadas ao funcionamento do mercado, utilizando como *proxy* as diferentes estruturas de transportes e comunicações criadas. A pesquisa de Vilela tem inspiração chandleriana, ao indicar como revoluções nos meios de transporte e comunicação, por um lado, constituem novas fases na transformação de mercados e como essas transformações determinam mudanças na estrutura das firmas – Chandler (1977) trata dos impactos das ferrovias sobre o mercado dos Estados Unidos pós-Guerra Civil. Como as ferrovias estão relacionadas à segunda revolução tecnológica no esquema de Perez (2010, p. 190), Vilela explora os impactos de inovações tecnológicas subsequentes – motor a combustão (e rodovias), aviação (e transporte aéreo) e a emergência da *www* (a criação de um continente digital). Cada uma dessas mudanças tecnológicas está associada à construção de novas redes – redes de rodovias, rede de linhas aéreas, redes de computadores –, que podem ser interpretadas como novas camadas de mercados, fruto de novas indústrias, novas empresas e abrindo novas possibilidades de comércio, que, por sua vez, impactam sobre a estrutura das firmas e nas formas de cooperação por elas adotadas. Essas camadas dependem de firmas que criam as tecnologias que sustentam a sua criação e expansão.

Essas camadas que se superpõem reorganizam a operação dos mercados, reconfigurando as funções de cada uma delas, ao desenvolver novas estruturas que uma vez surgidas reorganizam as redes preexistentes, com nova divisão de trabalho institucional entre elas. O efeito de cada camada é diferente sobre a dinâmica econômica: se um impacto importante das ferrovias é a ampliação do mercado nacional nos Estados Unidos com repercussões sobre economias de escala potenciais aproveitadas por empresas líderes, o impacto da rede de rodovias relaciona-se à

capilarização das atividades econômicas, com o surgimento de inúmeros nichos locais que seriam preenchidos por novas empresas pequenas, enquanto o impacto das redes de linhas aéreas relaciona-se com a difusão das firmas multinacionais e as novas conexões no mercado mundial (Vilela, 2023, Tabela 1, p. 46). A *www* está relacionada ao surgimento de um novo mercado, digital, com nova dinâmica, novas propriedades, novos desdobramentos.

A contribuição de Vilela (2023) ilustra como os mercados se transformam sistematicamente – perturbados por transformações tecnológicas, criando camadas que se superpõem – e permite discutir como essas transformações relacionam-se com mudanças em quatro dimensões: tamanho, alcance, espessura e qualidade. Todas essas mudanças inter-relacionam-se com firmas, seja por serem resultado de ações de firmas, seja por determinarem transformações nelas.

O tamanho do mercado e suas implicações estão desenvolvidos desde Adam Smith (1776). A clássica relação entre tamanho do mercado – riqueza da nação – e a sofisticação da divisão do trabalho – especialização, uma indicação da capacidade tecnológica – é uma das primeiras discussões sobre circuitos de mútuo reforço – *feedbacks* positivos –, uma importante intuição de um elemento de sistemas complexos. O tamanho do mercado é fonte de economias de escala, cujo aproveitamento é definidor da dinâmica de crescimento de firmas líderes na análise de Chandler (1977; 1990). Chandler (1977) é uma análise das implicações do crescimento e unificação do mercado nacional dos Estados Unidos sobre a dinâmica de crescimento das firmas líderes, dinâmica que resultou na revolução gerencial – inovações organizacionais – da emergência das firmas multidivisionais. O efeito do crescimento do mercado, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), sobre as mudanças nas firmas e nas suas redes de cooperação é tema de Lamoreaux *et al.* (2003, pp. 429-430) e Langlois (2005, p. 360) nos debates em torno da contribuição de Chandler.

O tamanho do mercado pode também ser avaliado pelo crescimento do número de mercadorias negociadas. A análise de Melo (2024) foca em uma mercadoria – o trigo. Para a análise desta, novas mercadorias foram surgindo em sua análise intertemporal, à medida que inovações surgiam no maquinário agrícola, na produção de fertilizantes, nas novas formas de transporte e armazenamento do trigo – uma única mercadoria, o trigo, transforma-se ao longo do tempo. O mercado contemporâneo é composto de centenas de milhões de diferentes mercadorias,⁴

4. Essa estimativa pode ser apoiada por informações disponíveis no site <https://www.ean-search.org/>, que informa existirem cerca de 1,1 bilhão de códigos de barra registrados – um subconjunto do total de mercadorias existentes.

decorrência de um fenômeno discutido na seção anterior, na qual novas firmas que lançam novos produtos podem ser vistas como *market makers*. O sistemático aparecimento de novos mercados é uma fonte de complicação – mais “complexidade” no conjunto da economia, pois as redes que constituem o mercado (Melo, 2024, pp. 216-219) construirão novas conexões, uma vez que o surgimento de uma nova mercadoria recompõe a produção de mercadorias existentes também – para ilustrar com uma única mercadoria, o trigo, basta considerar o impacto da invenção do trator para captar um enorme rearranjo na cadeia de produção do cereal (ver a ilustração em Melo, 2024, Figura 5.15, p. 201, que torna o processo de produção do trigo estruturado em um número maior de estágios e dependente de mais insumos).

O alcance do mercado está relacionado ao desenvolvimento de novas camadas, expressando uma transição entre o local e o global. Melo (2024) destaca a persistente ampliação do alcance dos mercados para a compreensão do comportamento e das mudanças no preço do trigo. A elaboração de Chandler (1977) é didática nesse aspecto: a revolução nos transportes e nas comunicações – ferrovia e telegrafo – nos Estados Unidos na segunda metade do século XIX amplia o alcance geográfico do mercado e estabelece novas demandas sobre a organização das firmas, que agora têm a oportunidade de operar em escala nacional, rompendo com barreiras locais. Nessa linha, Hymer associa outra inovação organizacional – a difusão da empresa multinacional – com outra revolução nos transportes e comunicações: a combinação entre a eletrônica e a indústria aeronáutica (Hymer, 1970, p. 443). Nesse ponto, as empresas passaram a adotar como referência de planejamento uma visão global – o mercado mundial (p. 443).

A espessura do mercado (*market-thickness*) é proposta por Langlois (1994; 2003; 2023), associada à sua elaboração de capacitação dinâmica dos mercados (Langlois, 1994).

Essa dimensão – espessura – envolve a existência de uma população de firmas que sustenta a capacitação de um mercado (Langlois, 2023). O nível de capacitação do mercado é definido pela existência – ou não – de firmas especializadas, que podem ser mobilizadas por uma firma que coordena a produção via mercado – Langlois ilustra esse argumento comparando a Ford quando da invenção da linha de montagem com a International Business Machines (IBM) quando entrou na produção de computadores pessoais: a Ford não pôde contar com firmas competentes e por isso avançou na integração vertical da produção, enquanto a IBM contou com firmas especializadas, tanto para *software* como para a produção de circuitos integrados, para planejar a sua entrada no novo mercado de computadores pessoais.

A espessura do mercado envolve, na formulação de Langlois (2005, p. 360), a existência de instituições de apoio ao mercado (*market-supporting institutions*), que envolve regulação – ação do estado –, instituições do mercado financeiro, as quais incluem firmas do setor – bancos, corretoras etc. –, que, por sua vez, demandam regulação e instituições específicas. Na abordagem de sistemas complexos, trata-se de um processo de criação de instituições e estruturas, que posteriormente demandam novas instituições: a revista *The Economist* é didática na relação entre o mercado financeiro – *market-supporting institutions*, na elaboração de Langlois (2023, p. 6) –, crises e mudanças institucionais no capitalismo: “Finance is an industry moulded by disaster. It took a civil war to bring America’s banks under federal supervision, a banking panic to create the Federal Reserve and a Great Depression for the government to ensure deposits” (*The Economist*, 2025, p. 3). Esses processos são ilustrações de momentos de transformação na dinâmica entre instituições mercantis e não mercantis, ou rearranjos no *mix* entre instituições mercantis e não mercantis (Nelson, 2022, p. 592).

Finalmente há a qualidade do mercado, uma dimensão que pressupõe momentos diferentes na operação da economia. Esse tema é tratado por Simon (1991, p. 40), ao explicitar uma visão que incorpora diferentes conjunturas, inclusive conjunturas que geram *unpredictable shifts in a system* (p. 40), mudanças que geram *uncertain prices*, o que limitaria a capacidade dos preços de desempenhar sua função informacional (p. 40).⁵ A conjuntura que Simon está discutindo é a que envolve a transição de uma economia civil para uma economia de guerra, um contexto no qual o planejamento tenderia a crescer (p. 40) – aqui Simon estaria lidando com o *mix* discutido por Nelson (2012) entre instituições mercantis e não mercantis, pois durante a guerra nos Estados Unidos a economia passou por mudanças estruturais importantes, envolvendo um nível de planejamento alto, que Simon discute a partir da obra de Ely Devons – *Planning in practice* (Simon, 1991, p. 39). Langlois (2023), sem referir-se a Simon, trata diversas vezes desse período, indicando que durante processos como guerras e crises o mercado não operaria sem problemas – essa avaliação de Langlois é interpretada aqui como uma formulação sobre a qualidade do mercado, que oscila em diferentes conjunturas, determinando como firmas e mercados se inter-relacionam. Langlois, ao

5. Mercado para Hayek (1945, p. 87) é uma instituição para registrar mudanças. Porém, mercado é transformado todo o tempo e essa transformação permanente pode comprometer a sua habilidade de registrar mudanças – Simon (1991), como discutido acima, indica momentos nos quais o mercado não consegue desempenhar as funções que Hayek atribui a ele. Esta seção argumenta, com Simon, que esses momentos não são exceção, mas parte da dinâmica geral desse sistema complexo que é a economia capitalista contemporânea.

tratar de meados do século XX, um período de guerras e depressão, identifica que “This was not a period in which markets were functioning smoothly or in which market-supporting institutions were blossoming” (p. x). Mais adiante, Langlois traz uma importante contribuição à compreensão da dinâmica dos mercados: há períodos nos quais “The market was functioning poorly or not at all” (2023, p. 8), momentos em que há “destruction and suppression of well-functioning markets” (p. 8). Na interpretação deste capítulo – e da revista *The Economist* (2025, p. 3) –, momentos de crise são parte da dinâmica do sistema, gerados endogenamente, momentos cruciais para a dinâmica de longo prazo, por determinar reconfigurações no sistema, mudanças no *mix* entre elementos mercantis e não mercantis. Para Langlois (2023, pp. 230-231), crises chegam a destruir o funcionamento do sistema de preços. Em uma afirmação bem alinhada com a interpretação de Simon para a economia de guerra, Langlois estende a avaliação dos limites do mercado para períodos de crise – “[T]he Great Depression severely hampered the ability of the price system to allocate resources effectively. Especially during the years of contraction, the price system was all but destroyed” (p. 230).

A posição de Simon (1991, p. 40) sobre o impacto de *unpredictable shifts* na economia pode ser generalizada na abordagem que vem sendo construída em nosso livro, pois a economia é transformada todo o tempo, por uma multiplicidade de fatores, a inovação em primeiro lugar. Essa generalização tem importantes consequências para nossa análise, pois *unpredictable shifts* (Simon, 1991, p. 40) relacionam-se com transformações na qualidade do mercado (Langlois, 2023, p. 8) – as crises estruturais discutidas por Freeman e Perez (1988): acumulação de pequenas mudanças provocadas pelo surgimento de novas mercadorias, novos mercados, que podem levar a “eventos excepcionais” (Goldenfeld; Kadanoff, 1999, p. 88) –, avalanches no esquema de Bak *et al.* (1988). Ou seja, os “eventos excepcionais” que afetam a qualidade do mercado são endogenamente gerados.

O mercado se transforma em todas essas quatro dimensões. Como uma propriedade emergente (Dosi, 1997, p. 1.531), mercados se transformam a cada transformação dos componentes básicos do sistema – de certa forma esta seção ilustra algumas dessas mudanças. Essa permanente mudança do mercado como instituição pode ser interpretada também como um elemento que determina os *unpredictable shifts in a system* (Simon, 1991, p. 40). Explorar teoricamente as implicações na mudança no mercado como instituição é um tema de pesquisa relevante.

5. INTER-RELACIONAMENTO ENTRE FIRMAS, ORGANIZAÇÕES E MERCADOS MOLDANDO A ECONOMIA CAPITALISTA CONTEMPORÂNEA

Para uma concepção dinâmica de mercados é necessário incorporar a permanente criação de novas mercadorias por firmas novas ou estabelecidas, novos mercados que se superpõem a estruturas mercantis previamente existentes que precisam se reconfigurar para acomodar essas transformações estruturais – elementos para uma dinâmica de auto-organização que serão explorados no Capítulo 12 (Ribeiro, 2026). Por outro lado, a expansão de mercados abre espaço para o crescimento de firmas e rearranjos em suas redes de cooperação, dinâmica tratada nos Capítulos 9 e 10 deste livro.

A multiplicidade de inter-relações entre firmas, organizações e mercados pode ser um retrato de uma dinâmica que ao longo do tempo cria novas estruturas que se superpõem. Essa superposição explicita o conjunto de instituições que estão envolvidas na dinâmica da economia capitalista como um sistema complexo, portanto, na sua auto-organização.

Em um nível mais geral, é possível considerar que toda mudança em firmas impacta o mercado e cada alteração no mercado repercute na estruturação de firmas – essas inter-relações, derivadas da leitura de interpretações disponíveis sobre essas duas instituições, desde Coase (1937) até Langlois (2023), devem ser constitutivas para nossa análise. Ou seja, uma dinâmica que envolve dupla determinação e influências recíprocas entre firmas e mercados.

Simon (1991) é considerado um texto fundador da literatura de complexidade (Naidu, 2024) – neste capítulo ele é tratado como um passo intermediário para a integração de mais estruturas na dinâmica geral do sistema. Simon (1991) propõe uma forma de integrar diversas dimensões na análise da economia capitalista contemporânea – uma economia mista. Ao discutir uma pluralidade de formas organizacionais – *profit-making, nonprofit and governmental organizations* (1991, p. 43) – Simon dá mais um passo na análise, permitindo um diálogo com Nelson e a sugestão de uma dinâmica nas economias capitalistas contemporâneas envolvendo a combinação (*mix*) entre instituições mercantis e não mercantis – organizações governamentais no texto de Simon (1991, p. 43).

Esse conjunto institucional permite a construção de um quadro no qual no inter-relacionamento entre firmas, novas firmas, mercados e novos mercados, ao longo do tempo determine a necessidade de ajustes estruturais a partir de crises provocadas pela expansão combinada de organizações e mercados. Esses ajustes estruturais decorrentes de crises implicam o desenvolvimento de políticas públi-

cas para recompor o funcionamento de economias, com novos papéis para o setor público: uma ilustração é a introdução das reformas do *New Deal* em resposta à crise de 1929, um novo arranjo na combinação entre instituições mercantis e não mercantis, com inúmeras inovações institucionais – entre elas o seguro de depósitos bancários, como destacado pelo *The Economist* (2025, p. 3) – que reconfiguram a economia dos Estados Unidos (Panitch; Gindin, 2012, capítulo 2). Tratar dessas transformações estruturais no capitalismo contemporâneo – metamorfoses do capitalismo – à luz de mudanças na combinação entre instituições mercantis e não mercantis, como sugere Nelson (2022), é uma forma de definir o conjunto institucional necessário para dar conta da auto-organização existente na economia capitalista (Ribeiro *et al.*, 2017), característica identificada após uma longa transição desde um padrão aleatório na economia anterior à Revolução Industrial (Melo, 2024, Figura 3.2, p. 70).

Aliás, nessa dinâmica mais geral é necessário acrescentar que instituições não mercantis criam e moldam mercados: Polanyi (1944, p. 146) destaca como estados criaram mercados. Mais recentemente, o processo de reintrodução e expansão de mercados na economia chinesa foi coordenado pelo Estado, em processos que são lições sobre como operam os mercados (Weber, 2021). O processo de transição na China ilustra as múltiplas interações entre novas firmas (Naughton, 1995), transformações de firmas existentes e a criação de novos mercados internos, com conhecidos impactos que perturbam e rearranjam a economia global.

COMENTÁRIOS FINAIS: ELEMENTOS PARA UMA DINÂMICA INTERNACIONAL

A inter-relação entre organizações e mercados não se limita à esfera nacional. Para compreender a dinâmica econômica contemporânea, a incorporação da dimensão internacional é essencial. Um ponto de partida é a avaliação do papel da empresa transnacional na atualidade, o que demanda a avaliação do papel dos mercados mundiais.

A organização da produção de semicondutores em cadeias globais de valor (Yeung, 2022) é uma ilustração do nível de interdependência existente na atualidade – uma expressão das inter-relações entre organizações e mercados no nível global. Yeung (2022, p. 219) apresenta um conjunto de estratégias de firmas como determinantes para a construção e transformação das cadeias globais de valor em semicondutores, destacando o papel da barganha extrafirma (*extrafirm bargaining*).

g).⁶ Esse tópico – barganha extrafirma – é uma forma não mercantil, à la Nelson, pois inclui regulação governamental, pressões de governos (p. 219), com o Estado identificado como an ‘*extrafirm*’ actor in *global production networks* (p. 300).

A transição para um nível de internacionalização maior é parte da dinâmica expansiva que articula firmas e organizações, parte de um processo que constrói e reconfigura uma hierarquia global que é a economia contemporânea, que desafia a elaboração de uma interpretação à luz de sistemas complexos – tema da agenda de pesquisa, viabilizada pela elaboração coletiva deste livro.

6. Outros elementos das estratégias das firmas são: coordenação intrafirma, controle interfirma, parcerias interfirma (Yeung, 2022, p. 219).

REFERÊNCIAS

- AVELLAR, Ana Paula M. de. Racionalidade. In: RAPINI, Márcia S.; GARCIA, Renato C.; TATSCH, Ana L.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Microeconomia evolucionária*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2026. (Coleção População e Economia).
- BAK, Per; TANG, Chao; WISENFELD, Kurt. Self-Organized Criticality. *Physical Review A*, v. 38, n. 1, pp. 364-374, 1988.
- CANTWELL, J. Blurred Boundaries between Firms, and New Boundaries Within (Large Multinational) Firms: The Impact of Decentralized Networks for Innovation. *Seoul Journal of Economics*, v. 26, n. 1, pp. 1-32, 2013.
- CHANDLER JR., Alfred. *The Visible Hand: The Managerial Revolution in America Business*. London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1977.
- CHANDLER JR., Alfred. *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Harvard: Belknap, 1990.
- COASE, Ronald H. *The Nature of the Firm*. In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. (1991) *The Nature of the Firm: Origins, Evolution and Development*. Oxford: Oxford University, pp. 18-33, 1937.
- DAHL, Robert A.; LINDBLOM, Charles E. *Politics, Economics, and Welfare: Planning and Politico-Economic Systems Resolved Into Basic Social Processes*. New York: Haper and Row Publishers, 1953.
- DUNNING, John H.; LUNDAN, Sarianna M. *Multinational Enterprisse and the Global Economy*. Alderhot: Edward Elgar, 2008.
- FLIGSTEIN, NEIL *The Architecture of Markets: An Economic Sociology of Twentieth-First-Century Capitalist Societies*. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. Structural Crisis of Ajustment: Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERGER, Gerald; SOETE, Luc (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, pp. 38-66, 1988.
- GOLDENFELD, Nigel; KADANOFF, Leo P. Simple Lessons from Complexity. *Science*, 284, 87-89, 1999. doi: 10.1126/science.284.5411.87.
- GORDON, Robert J. *The Rise and Fall of American Growth: The US Standard of Living since the Civil War*. Princeton/Oxford: Princeton University Press, 2016.
- HAMILTON, Gary G.; PETROVIC, Misha; SENAUER, Benjamin (Ed.). *The Market Makers: How Retailers are Reshaping the Global Economy*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

- HAYEK, Frederich. The Use of Knowledge in Society. In: _____. *Individualism and Economic Order*. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 77-91, 1945 (1948).
- HOLMSTROM, Bengt; ROBERTS, John. The Boundaries of the Firm Revisited. *Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 4, pp. 73-94, 1998.
- HOLMSTROM, Bengt; TIROLE, J. The Theory of the Firm. In: SCHMALENSEE, Richard; WILLIG, Robert D. (Ed.). *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam: Elsevier Science, v. 1, pp. 61-133, 1989.
- HYMER, Stephen H. *The International Operations of National Firms: A Study of Direct Foreign Investment*. Cambridge: MIT Press, 1960 (1976).
- HYMER, Stephen H. The Efficiency (Contradictions) of Multinational Corporations. *American Economic Review*, v. 60, n. 2, pp. 441-448, 1970.
- KIRZNER, Israel M. The Economic Calculation Debate: Lessons for Austrians. *The Review of Austrian Economics*, v. 2, n. 1, pp. 1-18, 1988.
- LAMOREAUX, Naomi; RAFF, Daniel M. G.; TEMIN, Peter. Beyond Markets and Hierarchies: Toward a New Synthesis of American Business History. *American Historical Review*, v. 108, n. 2, pp. 404-433, 2003.
- LANGLOIS, Richard. The Boundaries of the Firm. In: BOETTKE, Peter (Org.). *The Elgar Companion to Austrian Economics*. Aldershot: Edward Elgar, pp. 173-178, 1994.
- LANGLOIS, Richard. The Vanishing Hand: The Changing Dynamics of Industrial Capitalism. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 2, pp. 351-385, 2003.
- LANGLOIS, Richard. Chandler in a Larger Frame: Markets, Transaction Costs, and Organizational Form in History. *Enterprise & Society*, v. 5, n. 3, pp. 355-375, 2005.
- LANGLOIS, Richard. *The Corporation and the Twentieth Century: The History of American Business Enterprise*. Princeton/Oxford: Princeton University Press, 2023.
- MARCH, James G.; SIMON, Herbert. A. *Organizations*. New York: Wiley, 1958.
- MELO, Bruno C. *Elementos evolucionários para uma teoria da demanda*. Dissertação (Mestrado) - Belo Horizonte, Cedeplar UFMG, 2019.
- MELO, Bruno C. *A economia capitalista como sistema complexo: evolução de preços do trigo e emergência de estrutura fractal do mercado*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Belo Horizonte 2024.
- MELO, Bruno. C. Mercado. In: RAPINI, Márcia S.; GARCIA, Renato C.; TATSCH, Ana L.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Microeconomia evolucionária*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2026. (Coleção População e Economia).
- NAIDU, Suresh. What Simon Says: Introducing Organization and Markets. In: KRAKAUER, David C. (Ed.). *Foundational Papers in Complexity Science*, v. 4, 1989-2000. Santa Fe: The Santa Fe Institute Press, pp. 2.311-2.314, 2024.
- NAUGHTON, Barry. *Growing out of the Plan: Chinese Economic Reform, 1978-1993*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- NELSON, Richard. Assessing Private Enterprise: An Exegesis of a Tangled Doctrine. *The Bell Journal of Economics*, v.12, n. 1, pp. 93-111, 1981.
- NELSON, Richard. *The Limits of Market Organization*. New York: Russell Sage Foundation, 2005.

- NELSON, Richard. Capitalism as a Mixed Economic System. In: MUELLER, DENIS C. (Ed). *The Oxford Handbook of Capitalism*. Oxford: Oxford University Press, pp. 277-298, 2012.
- NELSON, Richard. The Economic System Question Revisited. *Industrial and Corporate Change*, v. 31, pp. 591-609, 2022.
- NELSON, Richard; WINTER, Sidney G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University, 1982.
- PANITCH, Leo; GINDIN, Sam. *The Making of Global Capitalism: The Political Economy of American Empire*. London: Verso, 2012.
- PAVITT, Keith. 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, pp. 433-452, 1988.
- PEREZ, Carlota. Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.
- POLANYI, Karl. *A grande transformação: as origens de nossa época*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1980 (1944).
- PETROVIC, Misha; HAMILTON, Gary. Retailers as Market Makers. In: HAMILTON, Gary G.; PETROVIC, Misha; SENAUER, Benjamin (Ed.). *The Market Makers: How Retailers are Reshaping the Global Economy*. Oxford: Oxford University Press, pp. 31-49, 2011.
- RIBEIRO, Leonardo C. Sistemas complexos e a economia evolucionária. In: RAPINI, Márcia S.; GARCIA, Renato C.; TATSCH, Ana L.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Microeconomia evolucionária*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2026. (Coleção População e Economia).
- RIBEIRO, Leonardo C.; DEUS, Leonardo G.; LOUREIRO, Pedro M.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. 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. pp. 51-61, 2017.
- SCHERER, Frederic; ROSS, David. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Boston: Houghton Mifflin, 1990.
- SIMON, Herbert A. Organization and Markets. *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 2 pp. 25-44, 1991.
- SIMON, Herbert A. Bounded Rationality in Social Sciences: Today and Tomorrow. *Mind & Society*, v. 1, n. 1, pp. 25-39, 2000.
- SHIMA, Walter T.; TORRES, Ricardo. L.; SANTOS, Livia M. dos. A evolução estrutural da indústria nos séculos XIX e XX. In: RAPINI, Márcia S.; GARCIA, Renato C.; TATSCH, Ana L.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Microeconomia evolucionária*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2026. (Coleção População e Economia).
- SIPRI. Trends in International Arms Transfers, 2025. Stockholm: SIPRI. Disponível em: <<https://www.sipri.org/publications/2026/sipri-fact-sheets/trends-international-arms-transfers-2025>>. Acesso em: 18 maio 2026.
- SMITH, Adam. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Oxford: Oxford University Press, 1976 (1776).
- SCHUMPETER, Joseph. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984 (1942).
- SCHUMPETER, Joseph. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cul-

tural, 1985 (1911).

TATSCH, Ana L. Um olhar teórico e empírico sobre as firmas e suas metamorfoses. In: RAPINI, Márcia S.; GARCIA, Renato C.; TATSCH, Ana L.; ALBUQUERQUE, Eduardo M. *Microeconomia evolucionária*. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2026. (Coleção População e Economia).

THE ECONOMIST Special Report. *The Transformation of Wall Street: A New Financial Order*. 31 May 2025, pp. 1-12, 2025. Available at <<https://www.economist.com/special-report/2025-05-31>>. Acesso em: 18 maio 1926.

UNCTAD. *World Investment Report 2013* – Global Value Chains: Investment and Trade for Development. Geneva: UNCTAD, 2013.

VILELA, Letícia M. O. *Surgimento e superposição de camadas: revoluções tecnológicas e transporte e comunicações*. Monografia (Conclusão de Curso) – Belo Horizonte: FACE/UFMG, 2023.

WARD, Benjamin. *The Socialist Economy: A Study of Organizational Alternatives*. New York: Random House, 1967.

WEBER, Isabelle. *How China Escaped Shock Therapy: The Market Reform Debate*. London: Routledge, 2021.

WILLIAMSON, Oliver E. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press, 1985.

YEUNG, Henry Wai-Chung. *Interconnected Worlds: Global Electronics and Production Networks in East Asia*. Stanford: Stanford University Press, 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio do CNPq (Processos 307516/2022-9, 403472/2023-7). Discussões nos dois workshops organizados para a preparação deste livro com colegas responsáveis pelos diversos capítulos, realizados nos dias 17/12/2024, via Meet, e 20/05/2025, durante o IX Encontro Nacional de Economia Industrial (ENEI) em Fortaleza, contribuíram para esta versão. Agradeço a criteriosa revisão da profa. Livia Maria dos Santos, do Instituto Federal do Paraná (IFPR), que aperfeiçoou esta versão. Agradeço às turmas de Economia Industrial (REI), de Microeconomia IV e Microeconomia Evolucionária (Economia) a oportunidade de exposição e discussões dos temas deste capítulo - a estrutura que nasceu nas aulas então ministradas.

Sistemas complexos e a economia evolucionária

Leonardo Costa Ribeiro

*"No man is an island, entire of itself;
every man is a piece of the continent."*

John Donne

1. CONCEITO GERAL DE SISTEMA COMPLEXO

Tradicionalmente, a física focou sua análise a sistemas lineares, cuja resposta a uma perturbação é proporcional à sua intensidade (Ribeiro, 2022). Mas ela também passou a estudar sistemas onde essa proporcionalidade se perde. O título do artigo inaugural de Lorenz é emblemático: "Poderia o bater das asas de uma borboleta no Brasil causar um tufão no Texas?" (Lorenz, 1972). Pequeníssimas mudanças nas condições iniciais podem gerar trajetórias completamente diferentes – é o comportamento caótico, regido por equações não lineares (Lorenz, 1963).

Existe, porém, outro grupo de sistemas cuja não linearidade não vem diretamente do formato das equações, mas da forma como seus elementos se organizam (Anderson, 1972; Goldenfeld; Kadanoff, 1999). São os sistemas complexos. Diferentemente do caos, que já se manifesta em sistemas com poucos graus de liberdade e é capturado inteiramente pelas equações de movimento, a complexidade exige muitos componentes interagentes e reside na organização coletiva que deles emerge. Neles, a ideia de organização é central: eles são compostos por grande quantidade de entes elementares que interagem entre si. Mas isso não basta. Um gás confinado numa caixa, em condições normais, também tem muitos átomos

que colidem, porém não apresenta comportamento complexo. A diferença está em como interagem. Nos sistemas complexos, as interações geram organizações distintas em diferentes escalas de agregação (Ribeiro, 2022). O comportamento observado na escala dos elementos indivisíveis é diferente do comportamento das estruturas mais agregadas.

Podemos visualizar isso na formação do corpo humano. Partimos dos átomos, que interagem segundo as regras da química inorgânica e formam moléculas. Estas, especialmente as grandes, passam a interagir entre si de forma diferente, dando origem à química orgânica. As moléculas, por sua vez, formam componentes celulares – membrana, mitocôndrias, Ácido Desoxirribonucleico (DNA); estes se organizam em células, que interagem de modo distinto – aí atua a biologia. Células formam tecidos, tecidos formam órgãos (campo da medicina), e órgãos formam o corpo humano. Cada nível de agregação possui suas próprias regras de interação. Percorrendo do microscópico ao macroscópico, surgem estruturas mesoscópicas com propriedades que não existiam nos níveis mais desagregados: são as propriedades emergentes, característica essencial dos sistemas complexos (Anderson, 1972).

O mesmo ocorre no sistema climático (Rind, 1999). Em nível global, grandes massas de ar com diferentes densidades e temperaturas formam estruturas agregadas que se deslocam por longas distâncias. Dentro delas, porém, há movimentos de convecção, formação de nuvens e chuvas – uma dinâmica diferente na escala mais desagregada. Essa organização em múltiplas escalas diferencia o clima de um gás homogêneo confinado, onde todas as subpartes se comportam de modo semelhante.

A organização dos sistemas complexos gera uma intrincada rede de interações que conecta todos os níveis. Os elementos microscópicos interagem entre si e com as estruturas mesoscópicas; estas interagem entre si, com o nível microscópico e com níveis mesoscópicos mais agregados. Cria-se uma cadeia de relações que acopla o microscópico ao macroscópico. A dinâmica do sistema é definida por essa teia. Essa forma de conectividade é primordial para gerar a não linearidade no sistema: uma pequena perturbação em poucos entes microscópicos pode propagar-se pela rede, atingir outros elementos e subir aos níveis mesoscópicos, chegando ao macroscópico e causando mudanças consideráveis – o efeito borboleta (Lorenz, 1963).

Em linguagem estatística, em geral, nos sistemas complexos, especialmente próximos à criticalidade, o comprimento de correlação tende a ser igual ao tamanho do sistema. Cada elemento e cada estrutura mesoscópica influenciam todos

os demais. O estado do sistema é o balanço da propagação simultânea de todas essas perturbações.

As estruturas mesoscópicas têm papel crucial: possuem regras de interação próprias, não trivialmente redutível à dinâmica dos elementos que as formam. Há uma sobreposição de dinâmicas em diferentes níveis, todos se influenciando mutuamente. Como essas estruturas agregadas envolvem muitos entes indivisíveis, mudanças em sua dinâmica tendem a provocar alterações de grande magnitude no sistema – as avalanches: mudanças abruptas e de larga escala na série temporal (Bak, 1996).

O exemplo clássico é a pilha de areia de Per Bak (Bak *et al.*, 1987). Ao adicionar grãos um a um, a pilha atinge um estado crítico (Bak, 1996). Às vezes um novo grão desloca apenas alguns poucos; outras vezes um único grão desencadeia uma avalanche, fazendo deslizar uma enorme quantidade (Bak, 1996). Os grãos anteriores estavam precariamente equilibrados; o novo grão atinge um *tipping point* e desestabiliza toda a estrutura acumulada (Bak, 1996). Na economia, podemos associar a avalanche a uma crise: uma queda rápida e profunda da taxa de lucro.

Transportando esses conceitos para a economia (Ribeiro 2017a *et al.*; 2017b *et al.*): o sistema capitalista é composto por enorme quantidade de agentes individuais – as pessoas – que interagem formando estruturas mais agregadas. Um grupo de pessoas que passa a interagir segundo regras específicas para produzir mercadorias forma uma empresa, estrutura mesoscópica com organização própria. Empresas interagem entre si (mercados) e com os indivíduos que as compõem (trabalhadores e consumidores). Analogamente, outros grupos se organizam em universidades, com regras distintas (relações professor-aluno etc.). Universidades e empresas interagem: as primeiras formam pessoas, fornecem mão de obra qualificada e realizam pesquisa.

Seguindo essa lógica, surgem cooperativas, institutos de pesquisa, governos municipais, estaduais e federais, sistemas regionais e nacionais de inovação, empresas multinacionais, comércio internacional – estruturas agregadas em diferentes escalas que interagem entre si e com os níveis mais desagregados, formando a intrincada teia do sistema econômico global.

Outra analogia útil é a das cadeias alimentares (Ribeiro, 2022). Plânctons animais alimentam larvas de insetos, que alimentam besouros e peixes, que alimentam rãs, lontras e ursos. Se a população de plânctons diminui, toda a cadeia é afetada: menos larvas, menos besouros e peixes, menos rãs, lontras e ursos. Uma pequena perturbação em um elemento se propaga, gerando mudanças generalizadas. A população de cada espécie, em cada instante, depende da população de todas as outras. Pequenas mudanças podem levar a trajetórias futuras completamente diferentes. Essa

imprevisibilidade e a enorme gama de comportamentos possíveis são marcas dos sistemas complexos.

É essa mesma lógica de propagação através da rede, conectando todos os níveis, que gera as avalanches também na economia. Uma pequena alteração pode se amplificar, levar a extinções simbólicas (falências, rupturas institucionais) e produzir mudanças de larga escala em curtos intervalos de tempo – as avalanches (Bak, 1996) – ou crises – (Ribeiro, 2017a; 2017b).

2. PRINCIPAIS PROPRIEDADES DOS SISTEMAS COMPLEXOS

A partir da discussão anterior, que nos permitiu diferenciar sistemas complexos de sistemas meramente complicados ou caóticos, podemos agora sistematizar as propriedades fundamentais que definem e caracterizam esse tipo de sistema. Compreender essas propriedades é essencial não apenas para identificá-los, mas também para analisar sua dinâmica de forma adequada.

A primeira propriedade, e talvez a mais distintiva, é a presença de organizações distintas em diferentes escalas de agregação. Como vimos no exemplo da formação do corpo humano, o sistema não se comporta da mesma maneira quando observado do ponto de vista atômico, molecular, celular, orgânico ou macroscópico. Em cada um desses níveis, os entes se organizam segundo regras próprias que emergem das interações locais. Não se trata apenas de uma questão de aproximação ou de nível de detalhe; são, de fato, dinâmicas qualitativamente diferentes que coexistem e se sobrepõem. O que é um todo em uma escala – uma célula, por exemplo – é parte constituinte de uma organização superior na escala seguinte – um tecido. Essa hierarquia de organizações, que se estende do microscópico ao macroscópico, cria uma riqueza de comportamentos que não pode ser reduzida à soma das partes. O sistema climático também ilustra essa propriedade: as massas de ar em escala global têm uma dinâmica distinta dos movimentos de convecção locais que formam nuvens, e ambos os níveis se influenciam mutuamente.

Dessa organização em múltiplas escalas decorre diretamente a segunda propriedade fundamental: as propriedades emergentes. Emergência é o nome que damos aos comportamentos, padrões ou estruturas que surgem em um nível agregado do sistema e que não estão presentes, nem podem ser facilmente dedutíveis, a partir da simples observação dos entes individuais do nível imediatamente inferior. A vida é uma propriedade emergente das interações entre moléculas orgânicas em uma célula; a consciência emerge das interações entre neurônios no cérebro; o preço de uma mercadoria em um mercado emerge das interações entre

compradores e vendedores individuais. Em todos esses casos, não faz sentido buscar a “vida” em uma única molécula, a “consciência” em um único neurônio ou o “preço” na ação de um único agente. A emergência nos ensina que, para compreender o sistema complexo, precisamos observá-lo em seus próprios níveis de organização, pois as regras e os comportamentos relevantes podem ser justamente aqueles que só existem ali.

A terceira propriedade é a não linearidade. Diferentemente dos sistemas lineares tradicionais da física, nos quais a resposta é proporcional ao estímulo, nos sistemas complexos pequenas causas podem gerar grandes efeitos, e grandes causas podem, eventualmente, produzir efeitos pequenos ou até mesmo nenhum efeito perceptível. Essa não linearidade é uma consequência direta da intrincada teia de relações que conecta os elementos do sistema. Uma pequena perturbação em um ponto da rede pode se amplificar ao passar por conexões sucessivas, gerando uma avalanche, como vimos no experimento da pilha de areia. Por outro lado, um grande choque externo pode ser absorvido pela rede e dissipado sem provocar grandes alterações na estrutura do sistema. É a não linearidade que torna o comportamento dos sistemas complexos tão difícil de prever e que fundamenta a famosa metáfora de Lorenz: o bater de asas de uma borboleta, uma causa ínfima, pode, sob as condições adequadas, desencadear uma tempestade do outro lado do mundo.

Essa capacidade de propagar perturbações está ancorada na quarta propriedade: a existência de uma intrincada rede de interações que conecta todos os elementos e todas as escalas do sistema. Como mencionamos anteriormente, em linguagem estatística, dizemos que o comprimento de correlação entre os elementos tende a ser igual ao tamanho do sistema. Isso significa que, em princípio, qualquer elemento pode influenciar qualquer outro, direta ou indiretamente, através dos caminhos da rede. Os entes microscópicos interagem entre si, mas também interagem com as estruturas mesoscópicas que ajudaram a formar, e estas, por sua vez, interagem com outras estruturas e com os níveis mais agregados. Cria-se, assim, um acoplamento entre todas as escalas. É essa conectividade generalizada que permite que uma perturbação localizada em um nível microscópico suba pelos níveis mesoscópicos e cause mudanças significativas no comportamento macroscópico do sistema, caracterizando as avalanches e as crises.

A quinta propriedade, a frustração, é um pouco mais sutil e emerge justamente dessa rede de interações quando ela abriga vínculos conflitantes. Diferentemente de um simples conflito de objetivos entre partes, a frustração em sistemas complexos é uma propriedade estrutural da rede de interações: ela impede que o sistema como um todo encontre um estado que satisfaça simultaneamente todas as interações, gerando múltiplos mínimos locais de energia. Em um sistema complexo,

um mesmo elemento pode estar sujeito a influências ou restrições que apontam em direções opostas. Imagine uma empresa que precisa, simultaneamente, maximizar seus lucros para satisfazer acionistas, pagar salários justos para reter talentos e reduzir seus preços para ganhar mercado. Esses são vínculos que podem ser conflitantes, criando um estado de frustração no sistema: não é possível satisfazer plenamente a todas as demandas ao mesmo tempo. O sistema precisa, então, de uma configuração que seja “menos pior” para todos os vínculos, mas que nunca é ótima para nenhum deles isoladamente. A frustração é uma fonte permanente de tensão e instabilidade, pois pequenas mudanças nas condições podem romper um equilíbrio precário e levar o sistema a buscar uma nova configuração, eventualmente desencadeando avalanches.

Por fim, temos a heterogeneidade. Diferentemente dos sistemas tradicionais da física, como um gás ideal composto por partículas idênticas e indistinguíveis, os sistemas complexos são compostos por elementos diversos e com características próprias. Em uma floresta, não existem duas árvores iguais; em um cérebro, não existem dois neurônios perfeitamente idênticos; em uma economia, não existem dois consumidores ou duas empresas com as mesmas preferências, capacidades ou estratégias. Essa diversidade é fundamental para a dinâmica do sistema. É a heterogeneidade dos agentes que permite a especialização, a divisão do trabalho, a inovação e a própria formação de estruturas organizadas em diferentes escalas. Se todos os elementos fossem idênticos, o sistema seria muito mais pobre e previsível, e dificilmente exibiria a riqueza de comportamentos e a capacidade de adaptação que caracterizam os sistemas complexos. A heterogeneidade é o combustível que alimenta a intrincada rede de interações, pois são as diferenças entre os elementos que criam a necessidade e a oportunidade para que eles se relacionem.

3. PROPRIEDADES DOS SISTEMAS COMPLEXOS IDENTIFICADAS NOS DEMAIS CAPÍTULOS DESTE LIVRO

A contribuição central deste capítulo é que as seis propriedades dos sistemas complexos não são meros atributos descritivos que se aplicam a alguns domínios econômicos específicos, mas constituem a própria assinatura estrutural da dinâmica capitalista. Ao percorrer os 11 capítulos que compõem o livro, buscamos mostrar que cada um deles, ainda que partindo de objetos e tradições teóricas distintas, mobiliza implícita ou explicitamente essas propriedades. Mais do que uma classificação, o argumento que desenvolvemos é que a complexidade ofere-

ce uma chave de leitura unificadora para fenômenos aparentemente díspares e que o mapeamento compreensivo aqui empreendido revela o que se ganha ao se abandonar a lente linear, reducionista e de equilíbrio que ainda hoje, por vezes de forma residual, compõe certas tradições econômicas.

O Capítulo 1 – Fundamentos microeconômicos de uma economia evolucionária – oferece um mapa bastante claro de como as propriedades dos sistemas complexos se manifestam no sistema capitalista. Ao percorrer suas seções, identificamos manifestações das impressões digitais da complexidade na dinâmica econômica, que serão detalhadas nas próximas seções, sempre ancoradas nas referências mobilizadas pelo autor.

O Capítulo 2, sobre inovação, percorre as contribuições que vão de Marx e Schumpeter até as abordagens evolucionárias contemporâneas. A inovação é apresentada como um dos motores fundamentais da dinâmica capitalista. Mais do que isso, revela-se como esse fenômeno incorpora as propriedades dos sistemas complexos: não é um evento isolado nem uma variável exógena que perturba um sistema em equilíbrio, mas um processo que emerge de interações locais, mesocópicas e globais, produz padrões imprevisíveis e transforma continuamente a estrutura econômica, funcionando como perturbação endógena que pode ocasionar revoluções tecnológicas.

O Capítulo 3 – Capacidade de absorção e revoluções tecnológicas – ilumina um mecanismo microeconômico fundamental: a forma como as firmas aprendem a partir do conhecimento externo e mudam seu comportamento evolutivamente. Ao propor uma “relação dual” entre capacidade de absorção (CA) e revoluções tecnológicas (RT), o texto revela como essa capacidade organizacional incorpora e manifesta as propriedades dos sistemas complexos. A CA não é um atributo estático, mas um processo dinâmico que emerge de interações internas e externas em múltiplas escalas, produz padrões não lineares e coevolui com o ambiente tecnológico. Influencia e é influenciada pelas RTs, ressaltando a intrincada cadeia de interações que permeia diversas escalas de agregação.

O Capítulo 4 – Financiamento da inovação – percorre contribuições de Schumpeter a Perez, passando pela literatura sobre sistemas nacionais de inovação e finanças evolucionárias. Ele oferece a análise de um componente crítico, mas frequentemente negligenciado: a estrutura financeira que viabiliza o processo inovativo. O sistema financeiro emerge da interação de diversos atores em diferentes agregações e não apenas financia, mas também seleciona, orienta, transforma e é transformado pelas ondas de mudança tecnológica, relacionando-se de forma não linear com outras características do sistema econômico e apresentando as propriedades de sistemas complexos.

O Capítulo 5, sobre racionalidade limitada, percorre a obra de Herbert Simon e seus desdobramentos. Oferece a análise de um microfundamento crucial: a natureza do comportamento dos agentes que constituem o sistema. Mais do que uma hipótese alternativa sobre a tomada de decisão, a racionalidade limitada conecta a ação individual à dinâmica agregada complexa, revelando como agentes cognitivamente restritos podem, através de interações estruturadas, produzir padrões coletivos sofisticados e adaptativos.

O Capítulo 6 - Dados, informação e conhecimento - analisa o ciclo de produção e transformação dos ativos cognitivos que constituem a matéria-prima fundamental da dinâmica capitalista contemporânea. O capítulo percorre a hierarquia que vai dos registros brutos da realidade até a formação de capacidades produtivas e inovativas, revelando que a relação entre essas categorias não é linear nem unidirecional, mas sim circular, cumulativa e fortemente mediada pelo conhecimento prévio dos agentes. Essa recursividade fundamental - na qual o conhecimento orienta a produção de dados, que alimentam nova informação, que é internalizada como conhecimento - incorpora as principais propriedades dos sistemas complexos: a não linearidade, a emergência, a dependência de trajetória e a adaptação.

O Capítulo 7, sobre demanda, analisa como o consumo das famílias se comporta em um mundo em evolução, com frequentes novidades, incertezas e adaptações mútuas. A demanda não é um mero reflexo passivo da oferta, mas componente ativo e adaptativo de um sistema complexo. Ao percorrer as contribuições que vão da crítica à teoria neoclássica do consumidor até os modelos evolucionários de consumo, passando pela análise histórica da coevolução da demanda nos Estados Unidos da América (EUA), o texto revela como os consumidores - agentes heterogêneos, com racionalidade limitada e imersos em redes sociais - tomam decisões através de heurísticas, buscas e imitações, em um processo recursivo e interativo que incorpora não linearidade, emergência, dependência de trajetória e adaptação.

O Capítulo 8, sobre mercado, oferece uma visão do espaço onde todas as forças discutidas nos capítulos anteriores - firmas, inovação, financiamento, racionalidade, conhecimento e demanda - efetivamente se encontram, interagem e coevoluem. Mais do que um mero *locus* de trocas, o mercado é concebido como uma rede complexa, cuja topologia, dinâmica e evolução influenciam de forma decisiva o comportamento do sistema econômico como um todo, incorporando em sua própria estrutura todas as propriedades principais dos sistemas complexos.

O Capítulo 9, sobre a firma e suas metamorfoses, examina como diferentes tradições teóricas - dos custos de transação à financeirização, passando por Pen-

rose, pelos evolucionários e pelas teorias de internacionalização – explicam as transformações nas fronteiras e na organização interna das firmas. Mobilizando as contribuições de Coase, Williamson, Penrose, Nelson e Winter, Hymer, Dunning e Lazonick, o capítulo mostra que a firma não é uma entidade estática ou universal, mas uma instituição que se transforma constantemente ao longo da história do capitalismo. Ao incorporar o fenômeno contemporâneo das firmas-plataforma, o texto mostra como essa transformação é influenciada pelas tecnologias disponíveis, que são resultado da própria dinâmica do sistema como um todo, permitindo a criação de firmas que se conectam globalmente e intrincam ainda mais a cadeia de conexões do sistema complexo.

O Capítulo 10, sobre a evolução estrutural da indústria nos séculos XX e XXI, sintetiza em perspectiva histórica de longo prazo diversos temas discutidos nos demais capítulos. Percorre a trajetória de setores paradigmáticos – automobilístico, farmacêutico, de computadores e de plataformas digitais – para revelar que a evolução industrial não é um processo puramente aleatório nem linear, mas uma dinâmica complexa, na qual forças tecnológicas, organizacionais e institucionais interagem para produzir padrões recorrentes de concentração e transformação.

O Capítulo 11, sobre organizações e mercados, examina como firmas e mercados interagem, se influenciam mutuamente e coevoluem, revelando que essas duas instituições fundamentais não podem ser compreendidas isoladamente, mas sim como componentes de um sistema complexo em permanente transformação. Ao articular as contribuições de Simon, Nelson, Coase, Chandler, Hymer, Williamson, Langlois, e outros, o capítulo mostra como a própria dinâmica do capitalismo contemporâneo – uma “economia mista” (Simon, 1991; Nelson, 2012) – é moldada por essas inter-relações, que incorporam e manifestam as propriedades fundamentais dos sistemas complexos.

3.1. Organizações distintas em diferentes escalas de agregação

A primeira propriedade – organizações distintas em diferentes escalas de agregação – atravessa todos os capítulos como um fio condutor que revela a arquitetura dos sistemas econômicos complexos. Como o Capítulo 1 recorda a partir de Simon (1962), sistemas complexos tendem a assumir a forma de hierarquias compostas por subsistemas inter-relacionados, e essa intuição se desdobra em cada domínio analisado.

No cerne da arquitetura conceitual da microeconomia evolucionária, o Capítulo 1 explicita que a economia não se reduz a mera justaposição de indivíduos

e firmas. A hierarquia é explicitada pela introdução do nível meso, proposto por Dopfer, Foster e Potts (2004), que funciona como uma camada intermediária entre o micro e o macro. No nível micro, operam indivíduos e firmas com suas decisões locais; no nível meso, estruturas como setores, cadeias produtivas e regimes tecnológicos organizam a dinâmica de difusão e seleção; no nível macro, emergem regularidades como taxas de lucro, produto agregado e ciclos econômicos. Essa arquitetura multiescalar é análoga àquela observada no corpo humano, onde átomos, moléculas, células, tecidos e órgãos formam níveis com dinâmicas próprias, mas intrinsecamente conectados. A história das ondas longas de desenvolvimento capitalista ilustra como a forma organizacional das firmas se transforma em cada paradigma tecnoeconômico: da pequena firma do século XVIII à corporação multinacional fordista e, mais recentemente, às redes flexíveis de empresas na era da informação.

O Capítulo 2 transporta essa mesma arquitetura para o domínio da inovação. No nível micro, a inovação é compreendida a partir das rotinas organizacionais, dos processos de busca e das capacitações dinâmicas das firmas, recorrendo a Nelson e Winter (1982). No nível meso, emergem estruturas como paradigmas e trajetórias tecnológicas, conceitos desenvolvidos a partir de Dosi (1982), que delimitam o espaço de busca e canalizam os esforços inovativos de populações de firmas em setores específicos. No nível macro, os sistemas nacionais de inovação, conforme discutidos por Freeman e Perez (1988) e Lundvall (1992), organizam a articulação entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, sistema financeiro e políticas públicas. Cada escala possui dinâmicas próprias, mas estão conectadas: as rotinas das firmas são moldadas pelos paradigmas tecnológicos, que por sua vez são influenciados pelas instituições nacionais, que coevoluem com as transformações no nível micro.

O Capítulo 3 aprofunda essa compreensão ao mostrar que a própria definição de Capacidade de Absorção (CA) incorpora essa propriedade. Como o capítulo recorda a partir de Cohen e Levinthal (1990), a CA organizacional não é a mera soma das capacidades individuais; ela depende de estruturas e processos internos que favoreçam a transferência de conhecimentos. No nível micro, temos as habilidades individuais e a atuação de *gatekeepers*; no nível meso, operam as rotinas organizacionais, os mecanismos de integração social e as estruturas de comunicação; no nível macro, o ambiente externo – características setoriais, Sistema Nacional de Inovação e as próprias revoluções tecnológicas – influencia os incentivos e as direções do desenvolvimento da CA.

No Capítulo 4, o sistema financeiro revela a mesma estrutura complexa. No nível micro, temos a decisão da firma sobre alocação de recursos entre investi-

mentos produtivos, inovativos e financeiros. No nível meso, operam os bancos, os fundos de venture capital, os mercados de ações e as instituições financeiras especializadas. No nível macro, temos o sistema financeiro como instituição central do Sistema Nacional de Inovação, articulando-se com a política macroeconômica e o ambiente institucional mais amplo. A análise de Perez (2002) adiciona uma camada temporal: a relação entre capital financeiro e capital produtivo se transforma ao longo das fases de cada paradigma.

O Capítulo 5 retorna à formulação original de Simon, particularmente em sua análise da “arquitetura da complexidade” (Simon, 1962). Para Simon, os sistemas complexos tendem a assumir a forma de hierarquias, compostas por subsistemas inter-relacionados. Essa estrutura hierárquica permite a “quase-decomposição”, isto é, que subsistemas operem com relativa autonomia, reduzindo a sobrecarga informacional. No nível micro, temos os indivíduos com suas capacidades cognitivas limitadas. No nível meso, as organizações e suas rotinas – entendidas como “padrões regulares e previsíveis de comportamento das firmas” – funcionam como dispositivos que estabilizam o comportamento coletivo. No nível macro, os mercados e as instituições emergem como estruturas de coordenação.

No Capítulo 6, a própria hierarquia conceitual entre dados, informação e conhecimento ilustra essa propriedade. Os dados são o nível mais elementar: registros brutos desprovidos de significado intrínseco. A informação emerge quando esses dados são organizados, contextualizados e dotados de significado. O conhecimento resulta da internalização da informação pelos agentes, incorporando experiência, julgamento e capacidade de ação. Cada escala possui propriedades econômicas próprias – diferentes graus de codificabilidade, apropriabilidade e rivalidade – e está profundamente interconectada em um ciclo recursivo: o conhecimento acumulado influencia os processos de produção, seleção e interpretação dos dados.

O Capítulo 7 estende essa lógica ao comportamento do consumidor. No nível microscópico, temos os indivíduos com suas racionalidades limitadas, desejos e rendas. Esses indivíduos interagem e formam estruturas mais agregadas: a família, o grupo de amigos, os colegas de trabalho, a vizinhança. Cada uma dessas estruturas – níveis mesoscópicos – possui dinâmicas próprias. No nível mais agregado, o macroscópico, temos a demanda de mercado, o consumo de massa e os padrões nacionais ou globais de consumo. Não é possível compreender o comportamento do nível macro simplesmente somando as decisões micro, pois o que ocorre no nível meso – a formação de grupos, a emergência de líderes de opinião – é qualitativamente distinto.

No Capítulo 8, a análise do mercado abandona a visão tradicional de um espaço homogêneo, substituindo-a pela concepção de uma rede multiescalar. A análise

empírica das séries de preços do trigo revela que, a partir da Revolução Industrial, a economia passou a exibir dinâmicas em múltiplas escalas correlacionadas. No nível micro, temos os agentes individuais. No nível meso, emergem estruturas como cidades rurais especializadas, cidades portuárias e grandes agentes (*hubs*) que estabeleceram relações entre si. No nível macro, temos o mercado global integrado. A própria noção de “mundo pequeno” captura essa propriedade: redes desse tipo permitem grande velocidade de propagação de sinais e coordenação global.

O Capítulo 9 mostra que a sucessão de revoluções tecnológicas não produz apenas novos produtos, mas reconfigura a própria forma organizacional da firma. Na Primeira Revolução Industrial, predominam empresas de pequeno porte, geralmente familiares. Na Segunda Revolução Industrial, emergem as grandes corporações verticalmente integradas. No período subsequente, configuram-se formas mais intensivas em informação, com estruturas horizontais. No capitalismo digital, surge a firma-plataforma, cujas fronteiras são difusas. Cada uma dessas formas corresponde a uma escala distinta de operação e coordenação, e todas coexistem e interagem.

No Capítulo 10, a periodização adotada – os ciclos de Kondratieff – é expressão macroscópica de ondas tecnológicas que reconfiguram a economia em sua totalidade. Dentro de cada ciclo, operam dinâmicas em múltiplas escalas. No nível micro, temos as firmas individuais. No nível meso, temos as indústrias – automobilística, farmacêutica, de computadores, de plataformas – cada uma com seus regimes tecnológicos e padrões de concorrência. No nível macro, temos a economia organizada em torno de paradigmas tecnoeconômicos sucessivos. Cada escala possui dinâmicas próprias, mas estão conectadas: inovações radicais no nível micro reconfiguram indústrias inteiras, que por sua vez transformam a economia global.

Finalmente, o Capítulo 11 explicita que a economia capitalista é composta por múltiplos níveis de organização. No nível micro, temos as firmas individuais. No nível meso, temos as indústrias, que agregam firmas. No nível macro, temos os mercados. Mas a análise não para aí: Vilela (2023) introduz a noção de “camadas” que se superpõem – ferrovias, rodovias, aviação, internet – cada uma constituindo uma nova estrutura que reorganiza as anteriores. A própria noção de “espessura do mercado” (*market thickness*) proposta por Langlois (1994; 2023), e resgatada pelo autor, refere-se à existência de uma população de firmas especializadas e instituições de apoio, ou seja, a uma estrutura em escala meso que viabiliza a coordenação descentralizada.

Em todos esses domínios – microeconomia, inovação, capacidades de absorção, finanças, racionalidade, conhecimento, demanda, mercados, firmas, indústrias e a relação entre organizações e mercados – a mesma lição se repete: os sistemas

econômicos podem ser compreendidos como intrinsecamente multiescalares. Cada nível de agregação possui dinâmicas qualitativamente distintas, mas estão todos intrinsecadamente conectados em uma teia de retroalimentações que constitui a própria complexidade da vida econômica.

3.2. Propriedades emergentes

Da organização multiescalar que perpassa os 11 capítulos decorre a segunda propriedade dos sistemas complexos: as propriedades emergentes. Em cada domínio analisado – da microeconomia à inovação, do financiamento à demanda, dos mercados às firmas e indústrias – revela-se que o todo é mais do que a soma das partes, e que regularidades de nível superior exigem um vocabulário próprio para serem inteligíveis.

O Capítulo 1 dedica uma seção à emergência, ancorando-se em Anderson (1972). Emergência é definida como o aparecimento de regularidades de nível superior que, embora produzidas por interações locais, exigem um vocabulário próprio. Na economia, o padrão tecnológico dominante (QWERTY, hegemonia de um sistema operacional) é uma propriedade emergente: resulta de decisões locais de adoção sob retornos crescentes, mas não é diretamente dedutível de uma escolha individual isolada. Da mesma forma, a taxa de lucro agregada (Shaikh, 1992) é uma regularidade macro que emerge da busca por lucros extraordinários, mas sua dinâmica não pode ser facilmente reduzida à soma das decisões de maximização de cada firma.

No Capítulo 2, a inovação é apresentada como fenômeno que pode ser interpretado como emergente por excelência. Nenhum agente controla ou prevê completamente a trajetória tecnológica que resulta de suas ações. O paradigma tecnológico dominante emerge da interação entre inúmeras decisões locais e mesoscópicas de investimento, adoção, imitação e aperfeiçoamento. O *general intellect dos Grundrisse* antecipa essa ideia ao tratar o conhecimento socialmente produzido como força produtiva coletiva. A destruição criativa schumpeteriana é ela mesma um padrão emergente: a onda de inovações que redefine setores emerge da rivalidade competitiva e da busca por lucros extraordinários.

O Capítulo 3 mostra que a capacidade de absorver conhecimentos externos e transformá-los em inovações é um fenômeno emergente. Nenhum indivíduo realiza sozinho o processo completo de identificação, assimilação e exploração de conhecimentos complexos. A CA emerge da interação coordenada entre múltiplos agentes internos, das rotinas que conectam seus esforços e das estruturas que permitem a circulação do conhecimento. A própria difusão de uma revolução

tecnológica é um padrão emergente que depende crucialmente das capacidades de absorção de inúmeras firmas.

No Capítulo 4, o financiamento à inovação mostra como o sistema financeiro produz padrões irreduzíveis às decisões individuais. O “frenesi” financeiro descrito por Perez – a bolha especulativa na fase de instalação de uma revolução tecnológica – resulta da agregação de inúmeras decisões locais de investimento e especulação, produzindo um padrão macro que retroage sobre os agentes. Da mesma forma, a função do sistema financeiro como “mecanismo de seleção de empresas e trajetórias inovadoras” (Dosi, 1990; Melo, 1996) é uma propriedade emergente: ao financiar certas empresas e negar crédito a outras, influencia a direção do progresso técnico de forma não planejada.

No Capítulo 5, a emergência é articulada à racionalidade limitada. Simon ilustra que o comportamento complexo pode emergir de regras elementares – a metáfora da formiga na praia: o percurso intrincado reflete adaptação a um ambiente estruturado, não complexidade interna. Padrões macroeconômicos sofisticados podem emergir da interação entre agentes que seguem regras simples de decisão. Os modelos baseados em agentes (ABM) investigam “como padrões macroeconômicos emergem de interações simples entre agentes adaptativos”. A noção de *inter-rationality* (Yun *et al.*, 2022) mostra como a inovação aberta resulta da interação entre agentes com capacidades limitadas que compartilham conhecimento.

O Capítulo 6 estende essa lógica à hierarquia entre dados, informação e conhecimento. O conhecimento é um fenômeno emergente: não é a mera soma de informações. Ele “resulta da internalização da informação pelos agentes”, envolvendo experiência, prática e interação social. O paradoxo de Polanyi (“sabemos mais do que podemos dizer”) explicita que o conhecimento tácito emerge da prática, não podendo ser reduzido a informações explícitas. As rotinas organizacionais são propriedades emergentes que transcendem os indivíduos. As revoluções tecnológicas são padrões emergentes que reconfiguram a hierarquia de competências. A inteligência artificial introduz “sistemas híbridos, compostos por humanos e algoritmos”, cujo comportamento coletivo não é facilmente reduzido nem aos indivíduos nem às máquinas isoladamente.

No Capítulo 7, a emergência se manifesta na demanda. O preço de uma mercadoria emerge das interações entre compradores e vendedores. O “efeito demonstração” (Duesenberry, 1949), a “moda” e o “consumo conspícuo” (Heffetz; Frank, 2011) são comportamentos que não existem no nível do indivíduo isolado; surgem quando indivíduos se observam, imitam ou se diferenciam. O “status social” associado a certos bens é uma propriedade emergente: um acordo social tácito, que emerge das interações, os reconhece como tal. É a ideia de que “o todo é mais

do que a soma das partes” (Anderson, 1972): a dinâmica de grupo cria fenômenos não previstos pela análise do consumidor representativo.

O Capítulo 8, sobre mercados, constitui uma ilustração clara da emergência. A estrutura de “rede sem escala” – com poucos *hubs* altamente conectados e muitos nós periféricos – emerge de processos simples de “crescimento e conexão preferencial”. A distribuição de tamanhos de firmas, cidades e países em lei de potência é outra propriedade emergente, que pode emergir de “processos circulares e cumulativos”. O “efeito Noé” (descontinuidade) e o “efeito José” (dependência de longo alcance) – as duas assinaturas fundamentais dos preços em sistemas complexos – são propriedades emergentes da interação entre agentes em redes. A “criticalidade auto-organizada”, com períodos de estabilidade alternados com alta volatilidade, é um padrão emergente que caracteriza a dinâmica do sistema como um todo.

No Capítulo 9, a firma-plataforma é um fenômeno emergente. Ela emerge da convergência de inovações tecnológicas (digitalização, *big data*), mudanças organizacionais (externalização, redes) e transformações institucionais (financeirização, globalização). Suas propriedades distintivas – “infraestrutura digital de intermediação”, “ativos centrais são dados”, “efeitos de rede”, “expansão transversal” – não estavam presentes nas formas organizacionais anteriores e não são trivialmente dedutíveis da soma das características das firmas tradicionais. As “fronteiras difusas” são uma propriedade emergente: a plataforma controla sem possuir, coordena sem hierarquizar no sentido tradicional, expande-se sem integrar verticalmente.

No Capítulo 10, a evolução da indústria mostra que o *design dominante* é uma propriedade emergente. Não é escolhido por nenhum agente central, mas emerge da interação entre escolhas técnicas, preferências de mercado, estratégias competitivas e trajetórias históricas. O fordismo, o motor a combustão interna, o padrão *Windows/Intel*, o efeito rede das plataformas – todos são *designs* que, uma vez consolidados, estruturam o desenvolvimento subsequente. A trajetória de concentração industrial é uma propriedade emergente: resulta da interação entre economias de escala e escopo, barreiras à entrada, cumulatividade do conhecimento e efeitos de rede. O “efeito rede” nas plataformas gera retornos crescentes e dinâmicas de “vencedor leva tudo”.

Finalmente, o Capítulo 11 explicita que a economia capitalista como um todo é um sistema complexo, e a própria “economia mista” é uma propriedade emergente da interação entre organizações e mercados ao longo do tempo. Não há um planejador central que decide a combinação entre instituições mercantis e não mercantis; ela emerge da dinâmica histórica, das crises, das inovações e das

respostas institucionais. Crises estruturais, como a Grande Depressão, produzem novas configurações – o *New Deal*, com suas inovações institucionais – que redefinem o papel do Estado e das organizações não mercantis. A capacidade do mercado de operar como mecanismo de seleção é uma propriedade emergente: ele não detém o monopólio da seleção, pois organizações governamentais também selecionam tecnologias e fornecedores. A emergência de novas camadas de mercado reconfigura redes existentes e cria novas oportunidades de coordenação, um processo irredutível às ações individuais de firmas ou governos.

Todos esses capítulos sugerem que, seja nos padrões tecnológicos, nas estruturas de rede, nas formas organizacionais ou nas configurações institucionais, o todo se revela sempre mais do que a soma das partes, exigindo uma análise que respeite a autonomia relativa de cada nível, sem jamais perder de vista as retroalimentações que os conectam.

3.3. Não linearidade

A não linearidade, terceira propriedade dos sistemas complexos, manifesta-se ao longo dos 11 capítulos, revelando que na economia – como na pilha de areia de Per Bak – pequenas causas podem gerar efeitos desproporcionais, e a relação entre esforço e resultado raramente segue uma proporcionalidade simples.

No Capítulo 1, a não linearidade é talvez a mais visível na dinâmica capitalista. A metáfora de Lorenz sobre o bater de asas da borboleta encontra um correlato econômico: pequenas inovações, adotadas por um punhado de empresas, podem desencadear ondas de transformação que reconfiguram setores inteiros e provocam crises de grande escala. Como destacado pelo autor a partir de Schumpeter (1939), as inovações surgem em *clusters* e geram efeitos cumulativos desproporcionais à sua causa inicial. A não linearidade também se manifesta na dinâmica financeira, onde expectativas e psicologia de massas amplificam pequenos sinais, gerando bolhas e colapsos – fenômeno associado à volatilidade inerente aos mercados de ativos. A pilha de areia de Per Bak é uma imagem poderosa: a adição de um único grão pode, em estado crítico, desencadear uma avalanche. Na economia, esse estado crítico corresponde a momentos de fragilidade acumulada, nos quais uma perturbação menor – a falência de um banco médio, uma mudança na taxa de juros – pode precipitar uma crise sistêmica.

No Capítulo 2, a não linearidade está no cerne da dinâmica inovativa. Uma única inovação radical, como o motor a vapor ou o microprocessador, pode ter efeitos desproporcionais, reconfigurando não apenas um setor, mas a economia como um todo. O modelo de busca e seleção de Nelson e Winter incorpora essa

não linearidade: pequenas diferenças nas rotinas iniciais das firmas podem, através da retroalimentação da seleção de mercado, gerar trajetórias tecnológicas radicalmente distintas e vantagens competitivas persistentes. Um esforço de busca modesto pode, em ambiente de oportunidades tecnológicas, desencadear uma avalanche de inovações complementares que transformam todo o paradigma; enormes investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) podem resultar em fracasso se não encontrarem o ambiente seletivo adequado.

O Capítulo 3 aprofunda essa perspectiva ao mostrar múltiplas formas de não linearidade na capacidade de absorção. A mais evidente é a relação não proporcional entre esforços de P&D e capacidade inovativa. Com base em Cohen e Levinthal (1989), o P&D interno tem efeito dual: gera novos conhecimentos e amplia a capacidade de absorver conhecimentos externos. Essa segunda função pode ter efeitos desproporcionais: um investimento modesto pode, ao permitir identificar e assimilar uma oportunidade externa, desencadear uma trajetória que transforma a posição competitiva da firma. A não linearidade também aparece na discussão sobre imitação criativa a partir de Kim (1997): em seus graus mais elevados, a imitação se aproxima da inovação pioneira em esforços exigidos, podendo gerar, em certos casos, vantagens competitivas superiores às da inovação original.

No Capítulo 4, a não linearidade está no cerne da relação entre financiamento e inovação. A distinção entre risco e incerteza – remontando a Keynes e Knight – é fundamental: a incerteza que caracteriza a inovação radical é incalculável. Não há relação linear entre montante financiado e probabilidade de sucesso. Um pequeno investimento em uma *startup* pode, em condições favoráveis, gerar uma revolução tecnológica; um enorme aporte em empresa estabelecida pode resultar em fracasso. A Tabela 1 do capítulo explicita: quanto mais radical a inovação, mais incalculável o risco, e mais inadequados se tornam os instrumentos baseados em lógicas lineares de crédito e garantia. O “princípio do risco crescente” de Kalecki (1977) reforça como o endividamento passado afeta desproporcionalmente a disposição de investir no futuro.

O Capítulo 5 revela que a não linearidade está implícita na noção de *satisficing*. Pequenas mudanças no ambiente podem elevar ou reduzir o nível de aspiração, alterando drasticamente o processo de busca; uma alternativa rejeitada em um contexto pode ser aceita em outro, dependendo da história de tentativas anteriores. Como resgatado pelo capítulo a partir de Simon (1959), a complexidade do ambiente torna inviável qualquer cálculo otimizador, de modo que a relação entre esforço de busca e qualidade da decisão não é linear nem facilmente previsível. Os agentes constroem modelos simplificados, necessariamente incompletos, introduzindo assimetrias e descontinuidades no processo decisório.

No Capítulo 6, a não linearidade manifesta-se na dinâmica cognitiva. O paradoxo da informação de Arrow introduz uma forma de não linearidade: o valor da informação não pode ser avaliado antes de sua aquisição, mas uma vez adquirida ela perde sua escassez. O paradoxo do conhecimento de Polanyi aprofunda: “Quanto mais se busca codificar o conhecimento, mais se revela a dependência de uma base tácita que sustenta essa codificação.” No ciclo de produção cognitiva, a relação entre dados, informação e conhecimento é recursiva e não linear: “o conhecimento orienta a própria produção de dados” e “a transformação de dados em informação depende de esquemas interpretativos que são produtos do conhecimento acumulado”. Pequenas diferenças nas bases de conhecimento iniciais podem gerar trajetórias tecnológicas radicalmente distintas.

O Capítulo 7 mostra que a não linearidade é consequência direta das interações sociais. Enquanto a teoria neoclássica, em sua formulação padrão, opera no mundo das causas proporcionais, no mundo real pequenas causas podem gerar grandes efeitos. O “efeito demonstração” de Duesenberry é um equivalente econômico do bater de asas da borboleta: a simples observação de um vizinho com um bem superior pode desencadear um aumento abrupto na demanda por aquele bem. Uma pequena inovação percebida como leve vantagem pode, por “conexão preferencial” e imitação, dominar o mercado. O consumo conspícuo é intrinsecamente não linear: a satisfação de um indivíduo depende do que os outros consomem; um pequeno ganho de renda pode desencadear uma competição acirrada por bens posicionais, amplificando seus efeitos muito além do que a renda adicional justificaria.

O Capítulo 8 documenta a não linearidade de forma exaustiva. A análise das séries de preços revela distribuição leptocúrtica, com “excesso de pequenas variações e maior probabilidade de eventos extremos”. O “efeito Noé” captura a possibilidade de mudanças súbitas – pequenas causas podem, por propagação em rede, gerar grandes efeitos. A “dependência de longo alcance” (efeito José) implica que os efeitos de perturbações passadas persistem por muito mais tempo do que em sistemas lineares. A multifractalidade observada – a “quebra do expoente de Hurst entre o curto e o longo prazo” – pode ser interpretada como uma forma de não linearidade, pois a propagação das perturbações poder mudar de acordo com a escala temporal.

No Capítulo 9, a não linearidade manifesta-se nos “efeitos de rede”, que geram retornos crescentes e dinâmicas de “vencedor leva tudo”. Pequenas vantagens iniciais – base de usuários ligeiramente maior, algoritmo ligeiramente melhor – podem amplificar-se em posições de mercado dominantes. A “expansão transversal” das plataformas também é não linear: os mesmos dados que servem para um ne-

gócio podem ser recombinaados para criar negócios completamente novos, gerando crescimento não proporcional ao investimento adicional. A própria trajetória de uma plataforma envolve pontos de inflexão – como a abertura de capital – que alteram qualitativamente sua lógica de operação.

O Capítulo 10 mostra a não linearidade na evolução industrial. A dinâmica de “entradas e saídas” nas fases iniciais, seguida por consolidação e concentração, é não linear. Na indústria automobilística, o número de firmas atinge um pico e declina rapidamente; na indústria de computadores, novas ondas tecnológicas produzem reconfigurações abruptas. A emergência de um *design* dominante é em si um evento não linear: a partir de certo ponto, o mercado converge para uma solução técnica, bloqueando alternativas. Nas plataformas, a não linearidade é ainda mais acentuada: pequenas vantagens iniciais em base de usuários amplificam-se em posições dominantes.

Finalmente, o Capítulo 11 explicita a não linearidade na relação entre organizações e mercados. Simon (1991) destaca que “mudanças imprevisíveis no sistema” afetam a capacidade informacional dos preços – perturbações podem se amplificar. Langlois (2023) observa que crises como a Grande Depressão “destruíram o sistema de preços”, um exemplo de não linearidade onde uma perturbação endógena leva a uma mudança qualitativa no funcionamento do mercado. As economias de escala, exploradas por firmas líderes na análise de Chandler (1977), podem gerar efeitos não lineares sobre a estrutura de mercado. As crises, como destacado por Freeman e Perez (1988), são momentos de criticalidade onde pequenas mudanças acumuladas podem desencadear avalanches de transformação estrutural.

Em todos esses domínios – da inovação ao financiamento, da cognição à demanda, dos mercados às firmas e indústrias – a não linearidade se revela como uma propriedade constitutiva dos sistemas econômicos complexos. Pequenas causas geram grandes efeitos; trajetórias bifurcam-se a partir de diferenças iniciais mínimas; investimentos massivos podem fracassar enquanto esforços modestos desencadeiam transformações profundas. Essa não linearidade é um dos fatores que contribuem para o caráter intrinsecamente histórico, irreversível e aberto, irredutível a qualquer modelo que postule relações lineares de causa e efeito da economia.

3.4. Rede intrincada de interações

Essa capacidade de propagação desproporcional e amplificação que atravessa os 11 capítulos está ancorada na quarta propriedade dos sistemas complexos: a existência de uma intrincada rede de interações que conecta todos os níveis e

agentes, constituindo a própria estrutura através da qual a dinâmica econômica se realiza.

O Capítulo 1 propõe um deslocamento metodológico fundamental: do mercado abstrato para a arquitetura econômica, entendida como uma topologia de interações. Ao contrário do modelo walrasiano, no qual o leiloeiro centraliza totalmente as conexões, a economia real é composta por redes assimétricas, com *hubs* – grandes firmas, bancos, plataformas – que concentram conexões e canais de propagação. Conforme abordado pelo autor, Melo (2024) mostra como essas topologias geram padrões de volatilidade intermitente e caudas pesadas. Nesse ponto podemos resgatar a metáfora com teia alimentar ecológica: uma perturbação em um elo da cadeia produtiva se propaga para montante e jusante, afetando empresas, setores e, eventualmente, a economia como um todo.

No Capítulo 2, a inovação revela-se não como um feito solitário, mas como algo que emerge de redes densas de colaboração, competição e aprendizado. O capítulo destaca a superação do modelo linear por abordagens interativas, como o modelo de Kline e Rosenberg, que enfatizam os fluxos entre pesquisa, desenvolvimento, produção e mercado. A *open innovation* e os ecossistemas de inovação reforçam essa visão: a inovação resulta da recombinação de conhecimentos produzidos por múltiplos atores – firmas, universidades, institutos de pesquisa, usuários, fornecedores – conectados por laços locais ou globais. A literatura sobre sistemas regionais de inovação mostra como a proximidade geográfica facilita a circulação de conhecimento tácito, mas redes de longa distância também conectam polos de inovação. A topologia dessas redes é determinante para a velocidade, direção e impacto da mudança técnica.

O Capítulo 3 aprofunda ao mostrar que a Capacidade de Absorção é uma capacidade relacional: só faz sentido em um ambiente povoado por outras firmas, universidades e fontes de conhecimento. A absorção depende de “interfaces da empresa com o ambiente externo” – redes de conhecimento, interações com fornecedores, clientes e concorrentes. Os *gatekeepers* que conectam a firma ao conhecimento externo são exemplos paradigmáticos. Mas a rede não é apenas externa: a assimilação e aplicação dependem de “redes intraempresa, mecanismos de integração social, *job rotation*”, os quais permitem que o conhecimento identificado por alguns seja difundido por toda a organização. A CA emerge da densidade e qualidade dessas redes.

No Capítulo 4, o sistema financeiro é ele mesmo uma rede entre poupadores, investidores, empresas, bancos, mercados e Estados. O crédito, como Schumpeter já percebera, é o elo que conecta a inovação à produção. Mas essa rede é complexa e assimétrica: a assimetria de informação, a dificuldade de avaliar ativos intangíveis,

a necessidade de “adquirir conhecimento das empresas e reter competência para avaliar os ativos intangíveis específicos” apontam para a natureza relacional do financiamento. O capital de risco, as inovações financeiras listadas no Quadro 1 do capítulo e o papel dos bancos públicos de desenvolvimento são exemplos de como a rede financeira se reconfigura para cada época, criando novos nós e conexões.

O Capítulo 5, ao tratar da racionalidade limitada, recorre à metáfora da “te-soura” de Simon: o comportamento racional é moldado pelas capacidades computacionais do agente e pela estrutura do ambiente. O ambiente é composto por outros agentes, organizações, instituições e mercados, todos interconectados em redes complexas. O capítulo destaca que “o processamento de informações também depende das instituições e organizações”, as quais “estabelecem procedimentos que orientam a coleta e o uso de informações”. Essas estruturas são redes de interação que canalizam fluxos de informação, reduzem incerteza e viabilizam a coordenação.

No Capítulo 6, o ciclo de produção de dados, informação e conhecimento revela-se essencialmente relacional. Os dados são gerados em redes de sensores e plataformas; a informação circula em redes de comunicação e mercados; o conhecimento é produzido e transmitido em redes sociais, comunidades de prática e sistemas de inovação. “O conhecimento não é apenas individual, mas também organizacional”, e “sistemas nacionais e regionais de inovação funcionam como ecossistemas nos quais o conhecimento tácito circula por meio de mobilidade de trabalhadores, projetos colaborativos, redes profissionais”. As redes são espaços de coconstrução cognitiva.

O Capítulo 7 mostra que o consumo está imerso em um tecido social. As decisões são influenciadas pela família, amigos, colegas e, em escala mais ampla, pela mídia e propaganda. O capítulo destaca a importância das “redes sem escala” (Barabási; Albert, 1999). A maioria dos indivíduos tem poucas conexões, mas alguns poucos – os *hubs*, líderes de opinião ou influenciadores – acumulam um número desproporcional de ligações. Uma informação ou inovação que parte de um *hub* pode se propagar com enorme velocidade e alcance, gerando mudanças de comportamento em larga escala. A estrutura da rede é determinante para a propagação de perturbações locais.

O Capítulo 8 dedica uma seção inteira à teoria de redes, mostrando como a topologia das conexões é determinante para a dinâmica do sistema. A transição de uma economia com “redes fragmentadas” para uma com “redes sem escala” e “propriedades de mundo pequeno” é o que permite que “perturbações locais possam propagar em todas as escalas espaciais”. Os *hubs* “são determinantes para a evolução da rede, inclusive a disseminação de informações, conhecimentos, de-

sejos, símbolos e de inovações”. As ligações entre *hubs* “atuavam como avenidas de rápida circulação de mercadorias e de informações”. A emergência de “regras transacionais” é ela mesma um produto da interação em rede.

No Capítulo 9, conforme aponta o autor do artigo, a firma, em todas as perspectivas teóricas apresentadas, é definida por suas relações. Como abordado a partir de Coase e Williamson, a firma é uma alternativa ao mercado em um ambiente de trocas. A partir de Hymer e Dunning, a internacionalização é sobre estabelecer relações além-fronteiras. A partir de Penrose, a firma é um conjunto de recursos que geram serviços por combinações. A partir dos evolucionários, a firma aprende por interações com fornecedores, usuários e concorrentes. A partir de Lazonick, a firma inovadora depende de “integração organizacional”. A firma-plataforma leva essa propriedade ao extremo: ela é uma rede com longa abrangência. A existência da firma depende de conectar “diferentes atores – usuários, anunciantes, vendedores, consumidores”.

O Capítulo 10 é, em grande medida, uma história da formação e evolução de redes. A indústria automobilística envolve redes de fornecedores, montadoras e concessionárias. A farmacêutica envolve redes de universidades, centros de pesquisa, firmas de biotecnologia e grandes corporações, além de redes regulatórias. A indústria de computadores é descrita como um “amplo sistema de inovação” envolvendo “firmas, governo, universidades e grandes usuários”. A Figura 2 do capítulo ilustra explicitamente essa rede. Nas plataformas digitais, a rede é a essência do negócio: a plataforma conecta “anunciantes, comerciantes, firmas, produtores de conteúdo e consumidores”. O poder das plataformas deriva de sua posição como *hubs*, controlando o acesso e a interação entre os diferentes lados do mercado.

Finalmente, conforme mobilizado pelo autor do artigo, o Capítulo 11 é uma análise dessas redes. Fazendo referência a Coase (1937), o autor apontava que firmas e mercados são mecanismos alternativos de coordenação, mas a escolha entre eles depende dos custos de transação, que refletem a estrutura das relações. Conforme apontado pelo autor a partir de Chandler (1977), ferrovias e telégrafo criaram uma nova rede que integrou o mercado nacional dos EUA. Ainda segundo o autor, Hymer (1970) estende para o nível global: multinacionais criam redes internacionais de produção. Williamson (1985), também na leitura do autor, introduz estruturas de governança que vão além da dicotomia mercado-hierarquia. Langlois (2023), conforme destacado, enfatiza as “instituições de apoio ao mercado” – regulação, sistema financeiro – que são elas mesmas redes de organizações. Por fim, o autor menciona Yeung (2022), que, ao tratar das cadeias globais de

valor em semicondutores, explicita a “barganha extrafirma”, mostrando como a rede se estende para além das firmas e mercados.

Em todos esses domínios – da microeconomia à inovação, do financiamento à cognição, da demanda aos mercados, das firmas às indústrias – a mesma lição se impõe: a economia é intrinsecamente relacional. Sua arquitetura é uma topologia de interações, e são essas redes – assimétricas, hierárquicas, com *hubs* e conexões preferenciais – que determinam como perturbações locais se propagam, como inovações difundem, como crises emergem e como o sistema evolui. A rede não é um acessório descritivo; ela é a própria substância da dinâmica econômica.

3.5. Frustração

A quinta propriedade dos sistemas complexos aqui discutida – a frustração – pode ser definida, no sentido mais técnico oriundo da física de sistemas complexos, como a impossibilidade de satisfazer simultaneamente todas as restrições ou interações de um sistema, levando à ausência de um ótimo global único e à presença de múltiplos estados possíveis. Transposta para a economia, essa noção se expressa como a coexistência estrutural de objetivos, incentivos e restrições conflitantes, que impedem a convergência para soluções ótimas globais e mantêm o sistema em permanente tensão e adaptação. Essa propriedade aparece de forma mais sutil ao longo dos 11 capítulos, revelando-se como uma tensão estrutural que atravessa todos os níveis da economia.

No Capítulo 1, essa ideia aparece na discussão sobre a firma como coalizão de interesses – acionistas, trabalhadores, gestores, credores – com objetivos parcialmente antagônicos. A busca por lucro pode conflitar com o investimento em inovação, com salários ou com estabilidade de longo prazo. O texto destaca, a partir de Simon (1991), que a coordenação interna substitui o mercado para lidar com essas tensões, mas elas nunca são totalmente resolvidas. Nesse sentido, a firma pode ser vista como um sistema no qual diferentes “restrições” – financeiras, organizacionais e distributivas – não podem ser simultaneamente satisfeitas. No nível macro, a frustração aparece em *trade-offs* persistentes – inflação *versus* desemprego, crescimento *versus* desigualdade – que refletem a impossibilidade de compatibilizar plenamente objetivos sistêmicos.

No Capítulo 2, a frustração manifesta-se na tensão entre o caráter social da produção do conhecimento e sua apropriação privada, conforme já apontado por Karl Marx. O *general intellect* é produzido coletivamente, mas seus benefícios são apropriados de forma privada. Essa tensão não é resolvível dentro da lógica

capitalista: a socialização do conhecimento convive com mecanismos de exclusão e apropriação. No nível da firma, a frustração aparece no problema clássico entre *exploration* e *exploitation*: investir em novas capacidades implica sacrificar retornos imediatos, enquanto explorar rotinas existentes pode comprometer a adaptação futura. No nível sistêmico, ela se manifesta em tensões persistentes entre inovação e desigualdade, produtividade e emprego, dinamismo e sustentabilidade – configurações nas quais não há solução que satisfaça simultaneamente todas as restrições.

No Capítulo 3, a frustração aparece na relação entre inovação e imitação. A distinção entre ambas é menos nítida do que sugere o senso comum: a imitação criativa envolve processos de busca, aprendizado e absorção similares aos da inovação. A firma seguidora enfrenta o mesmo conjunto de restrições – custos, incertezas, necessidade de construir capacidades – sem eliminar o conflito entre acesso e apropriação do conhecimento. Mesmo quando o conhecimento é, em princípio, público, sua absorção exige investimentos privados, mantendo a tensão entre sua natureza coletiva e sua utilização competitiva.

No Capítulo 4, a frustração manifesta-se na tensão entre eficiência estática e eficiência dinâmica (schumpeteriana). Os sistemas financeiros são estruturados para lidar com riscos mensuráveis, baseados em informações disponíveis e garantias; a inovação radical, por sua vez, envolve incerteza não quantificável e ativos intangíveis difíceis de avaliar. Essas duas lógicas são estruturalmente incompatíveis: mecanismos que maximizam eficiência estática tendem a restringir a inovação radical. A financeirização intensifica essa frustração ao privilegiar retornos de curto prazo, reforçando a incompatibilidade entre criação de valor de longo prazo e extração imediata de valor.

No Capítulo 5, a frustração está enraizada na própria noção de racionalidade limitada. Os agentes são “intencionalmente racionais”, mas operam sob restrições cognitivas e informacionais que tornam impossível a otimização global. Como enfatiza Simon (1959), o comportamento econômico é necessariamente *satisficing*: uma solução aceitável substitui o ótimo inalcançável. Nesse sentido, a frustração não é apenas sistêmica, mas também cognitiva: os agentes não conseguem sequer representar plenamente o conjunto de restrições que enfrentam, o que introduz descontinuidades e assimetrias nas decisões e contribui para fenômenos como volatilidade e comportamento de manada.

No Capítulo 6, a frustração enraíza-se na natureza dos ativos cognitivos. O paradoxo da informação de Arrow expressa a tensão entre o valor da informação e sua apropriabilidade, enquanto o paradoxo do conhecimento de Polanyi revela a impossibilidade de completa codificação do conhecimento tácito. Essas tensões

refletem restrições incompatíveis: a difusão do conhecimento aumenta sua utilidade social, mas reduz sua apropriabilidade; a codificação facilita a transmissão, mas depende de uma base tácita irredutível. A abundância de dados, por sua vez, contrasta com a escassez de capacidade interpretativa, criando um novo tipo de frustração cognitiva. Esses elementos indicam que a economia do conhecimento é intrinsecamente marcada por incompatibilidades estruturais.

No Capítulo 7, a frustração emerge das interações sociais que moldam o consumo. Os indivíduos enfrentam simultaneamente restrições de renda e pressões sociais contraditórias: conformidade com o grupo de referência e diferenciação em relação a outros grupos. A busca por *status*, influenciada por processos de imitação e distinção, pode levar a trajetórias de consumo que não maximizam bem-estar individual, mas respondem a múltiplas restrições incompatíveis. O comportamento do consumidor, nesse contexto, reflete a tentativa de navegar um espaço de escolhas no qual não existe solução plenamente satisfatória.

No Capítulo 8, a frustração pode ser associada à presença de múltiplos estados possíveis e à coexistência de forças opostas – tendências e contratendências – que impedem a estabilização do sistema em um único regime. Embora a criticalidade auto-organizada, conforme proposta por Per Bak, não dependa necessariamente de frustração, a presença de restrições conflitantes contribui para a formação de estados metaestáveis, nos quais pequenas perturbações podem desencadear grandes reorganizações. A tensão entre instituições que promovem estabilidade e os efeitos de *lock-in* que restringem a mudança é uma expressão dessa dinâmica.

No Capítulo 9, a frustração aparece nas diferentes teorias da firma como a impossibilidade de conciliar plenamente estruturas alternativas de coordenação. A escolha entre mercado e hierarquia (Coase; Williamson) envolve *trade-offs* irreconciliáveis entre custos de transação, controle e flexibilidade. Em Penrose, a expansão da firma depende de recursos internos limitados, criando tensão entre oportunidades e capacidades. Nas abordagens evolucionárias, a frustração aparece na coexistência entre rotinas estabelecidas e necessidade de inovação. Em Lazonick, a tensão entre a firma inovadora e a firma financeirizada explicita a incompatibilidade entre horizontes de longo e curto prazo.

No Capítulo 10, a frustração manifesta-se na tensão entre forças de concentração e forças de diversidade. Os regimes schumpeterianos Mark I e Mark II representam configurações distintas, mas nenhuma resolve plenamente o dilema entre inovação e estrutura de mercado. Mesmo em contextos dominados por grandes firmas – como no caso da *Intel* – persistem pressões competitivas e possibilidades de ruptura. Nas plataformas digitais, pequenas vantagens iniciais podem levar à

dominância, mas não eliminam completamente a emergência de alternativas em nichos, refletindo a persistência de restrições conflitantes no sistema.

Finalmente, o Capítulo 11 revela a frustração na relação entre organizações e mercados. Não existe uma configuração institucional que satisfaça simultaneamente eficiência, equidade, estabilidade e inovação. Como argumenta o autor com base em Nelson (2022), diferentes combinações de mecanismos mercantis e não mercantis emergem historicamente, sem que se atinja um arranjo ótimo definitivo. Simon (1991), na leitura do autor, mostra que, em certas condições, o planejamento substitui parcialmente o mercado – pontos também abordados no Capítulo 1 –, enquanto Langlois (2023) destaca que crises podem desorganizar profundamente sistemas de preços. Essas transformações refletem a impossibilidade de estabilizar permanentemente o sistema em uma configuração que satisfaça todas as restrições.

Em todos esses domínios, a frustração se revela como uma propriedade constitutiva dos sistemas econômicos complexos. Longe de ser uma imperfeição contingente, ela expressa a presença estrutural de restrições incompatíveis, que impedem a convergência para um ótimo global e mantêm o sistema em um estado de adaptação contínua. A economia capitalista está permanentemente tensionada entre forças opostas – criação e extração de valor, longo e curto prazo, cooperação e competição, ordem e mudança – e é precisamente essa impossibilidade de resolução definitiva que sustenta sua dinâmica histórica, marcada por instabilidade, transformação e emergência contínua de novas formas organizacionais.

3.6. Heterogeneidade

Por fim, a heterogeneidade emerge como a sexta característica fundamental dos sistemas complexos, elevada nos 11 capítulos à condição de exigência metodológica e mecanismo central da dinâmica econômica. Longe de ser ruído a ser abstraído por modelos de agente representativo, a diversidade de agentes, firmas, setores, instituições e trajetórias é a própria matéria-prima sobre a qual operam os processos de variação, seleção e retenção que caracterizam a evolução econômica.

O Capítulo 1 explicita essa exigência metodológica de forma contundente. A seção 4.2 é uma crítica direta ao uso do agente representativo, mostrando que a diversidade de agentes não é ruído, mas parte constitutiva do mecanismo. As firmas diferem em tamanho, capacidades tecnológicas, rotinas organizacionais, estratégias de inovação e posições de mercado. Essa heterogeneidade é resultado de trajetórias históricas distintas e da pressão seletiva da concorrência, que não elimina a diversidade, mas a reconfigura continuamente. Como observam

Nelson e Winter (1982), a dinâmica opera justamente sobre a variedade: a busca gera variação, a competição seleciona e a retenção estabiliza soluções viáveis. Sem heterogeneidade, não haveria matéria-prima para a evolução.

O Capítulo 2 eleva a heterogeneidade à condição de mecanismo central da dinâmica inovativa. As firmas diferem estruturalmente em rotinas, capacitações e estratégias; os setores diferem em regimes tecnológicos, oportunidades de inovação e condições de apropriabilidade; as regiões e países diferem em instituições, bases produtivas e trajetórias históricas. A busca gera variedade precisamente porque firmas diferentes exploram soluções tecnológicas diversas. A seleção atua sobre essa variedade, mas não a elimina; ao contrário, tende a reproduzir e aprofundar assimetrias, criando vantagens competitivas persistentes. A discussão sobre países em desenvolvimento revela que a heterogeneidade estrutural – a coexistência de “ilhas de modernidade” com vastos setores atrasados – não é imperfeição temporária, mas característica permanente.

O Capítulo 3 mostra que essa heterogeneidade é central na análise da capacidade de absorção. Firms diferentes, inseridas em contextos distintos, com trajetórias e rotinas próprias, desenvolvem capacidades absorptivas idiossincráticas. A própria definição de CA como capacidade dependente da trajetória implica que não há duas firmas com a mesma capacidade de absorver o mesmo conhecimento externo. Essa heterogeneidade é aprofundada por diferenças setoriais e nacionais, como ilustram as trajetórias de *catching-up* da Coreia do Sul e as limitações do caso brasileiro. As revoluções tecnológicas introduzem novas fontes de heterogeneidade: firmas que dominavam as rotinas de um paradigma podem se ver incapazes de desenvolver as capacidades exigidas pelo paradigma emergente.

No Capítulo 4, a heterogeneidade se manifesta na ausência de um modelo único de financiamento da inovação. Os instrumentos variam conforme o tipo de inovação, o porte da empresa, o setor, a fase do ciclo tecnológico e o contexto nacional. Cada tipo de inovação demanda um instrumento específico, e cada revolução tecnológica gerou suas próprias inovações financeiras. A heterogeneidade também é nacional: sistemas financeiros distintos – como o japonês dos *keiretsus* ou o norte-americano com seu ecossistema de venture capital – produzem padrões diferenciados de inovação.

O Capítulo 5 demonstra que a heterogeneidade é um pressuposto central da racionalidade limitada. Ao contrário do agente representativo em contextos nos quais interações e não linearidades são centrais, os agentes com racionalidade limitada são necessariamente heterogêneos: diferem em capacidades cognitivas, histórias de aprendizado, níveis de aspiração e heurísticas. Os modelos baseados em agentes “permitem simular sistemas econômicos compostos por múltiplos

agentes heterogêneos”. Essa heterogeneidade não é ruído, mas parte constitutiva da dinâmica: são as diferenças que geram a variedade sobre a qual os processos de seleção atuam.

O Capítulo 6 aprofunda ao mostrar que a heterogeneidade cognitiva é a base da diversidade de estratégias, desempenhos e trajetórias tecnológicas. “Diferentes agentes podem extrair informações distintas de um mesmo conjunto de dados”, e “firmas com bases de conhecimento mais avançadas tendem a produzir dados mais sofisticados”. Essa heterogeneidade se manifesta em múltiplos níveis: individual, organizacional, setorial e nacional. “Essa heterogeneidade é a matéria-prima dos processos de variação, seleção e retenção que caracterizam a dinâmica evolucionária.”

No Capítulo 7, a heterogeneidade revela-se como a garantia da própria dinâmica do consumo. Ao contrário do “consumidor representativo”, o sistema de consumo é composto por agentes profundamente diversos em renda, tempo, capacidades cognitivas, experiências, círculos sociais e fase da vida. São essas diferenças que permitem segmentação de mercados, criação de nichos, experimentação e inovação no consumo. A diversidade de perfis é o combustível que alimenta as interações e as trocas de informação na rede.

O Capítulo 8 mostra que a heterogeneidade é tanto pressuposto quanto consequência da dinâmica de mercado. Os agentes são heterogêneos em tamanho, poder, conectividade e capacidades. A distribuição em lei de potência do tamanho das firmas, cidades e países é a expressão estatística dessa heterogeneidade estrutural. “Em sistemas com rede sem escala, há grande assimetria de ligações entre os elementos, reduzindo a relevância do valor médio.” A heterogeneidade também é temporal: diferentes agentes operam com diferentes horizontes de planejamento.

No Capítulo 9, a heterogeneidade é pressuposto fundamental da análise das metamorfoses da firma. “A firma capitalista não possui um modelo único”, e “a heterogeneidade empresarial é estrutural e central para compreender o processo de concorrência e a mudança econômica”. Cada firma é única, pois “o ‘uso’ dos recursos e os serviços produtivos gerados lhe são próprios”. Mesmo dentro de uma mesma categoria – como as firmas-plataforma – há diversidade de modelos de negócio, estruturas de governança e trajetórias.

O Capítulo 10 estende essa heterogeneidade à escala das indústrias. As indústrias não seguem, todas, o mesmo padrão: automobilística, farmacêutica, de computadores, de plataformas – cada uma tem sua dinâmica. Mesmo dentro de cada indústria, as firmas são heterogêneas em estratégias, capacidades e trajetórias. A ênfase é que a heterogeneidade não é ruído, mas a matéria-prima da evolução.

Por fim, o Capítulo 11 explicita que a heterogeneidade é pressuposto fundamental da análise sobre organizações e mercados. Simon (1991) aponta a pluralidade de formas organizacionais: “profit-making, nonprofit and governmental organizations”. Nelson (2012; 2022) destaca a variedade de combinações entre instituições mercantis e não mercantis. A história das firmas é uma história de diversidade organizacional. Os mercados também são heterogêneos em tamanho, alcance, espessura e qualidade. As estruturas de governança vão do mercado *spot* à hierarquia integrada, passando por inúmeras formas híbridas.

Em todos esses domínios – da microeconomia à inovação, do financiamento à cognição, da demanda aos mercados, das firmas às indústrias e à relação entre organizações e mercados – a heterogeneidade se revela como a condição de possibilidade da própria dinâmica evolucionária. A heterogeneidade não é uma imperfeição a ser eliminada por modelos que buscam a simplicidade do agente representativo, mas o traço estrutural que confere aos sistemas econômicos sua capacidade de aprender, inovar e se transformar ao longo do tempo. É nela que residem tanto a instabilidade e a assimetria quanto o potencial criativo que caracterizam o capitalismo como um sistema complexo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fio condutor que percorreu todo este capítulo é que as seis propriedades dos sistemas complexos não são meros atributos descritivos aplicáveis a alguns domínios econômicos específicos. Elas constituem, antes, a própria assinatura estrutural da dinâmica capitalista. Ao percorrermos os 11 capítulos do livro, buscamos mostrar que cada um deles, ainda que partindo de objetos e tradições teóricas distintas, mobiliza implícita ou explicitamente essas propriedades.

A ponte entre a seção 2 (definições fundamentais) e a seção 3 (mapeamento) é, portanto, mais do que uma aplicação mecânica. A seção 2 argumenta que sistemas complexos são aqueles em que interações locais, não linearidades e hierarquias produzem padrões emergentes irreduzíveis; a seção 3 busca mostrar que a economia capitalista, examinada em seus múltiplos domínios – da firma à indústria, da inovação ao consumo, do financiamento às instituições de coordenação – exhibe precisamente essas características.

Mais do que uma classificação, o argumento que desenvolvemos é que a complexidade oferece uma chave de leitura unificadora para fenômenos aparentemente díspares – da racionalidade limitada à inovação, do financiamento à evolução industrial. E o mapeamento compreensivo aqui empreendido revela o que se

ganha ao se abandonar a lente linear, reducionista e de equilíbrio que ainda hoje, por vezes de forma residual, informa certas tradições econômicas. Ganham-se, com isso, unidade teórica (fenômenos fragmentados revelam-se manifestações de uma mesma dinâmica), poder explicativo (caudas longas, crises endógenas, *lock-ins* e trajetórias assimétricas tornam-se inteligíveis) e abertura para o histórico e o institucional (a trajetória passada condiciona o futuro).

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, P. W. More is Different. *Science*, v. 177, n. 4.047, p. 393-396, 1972.
- BAK, P. *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Copernicus, 1996.
- BAK, P.; TANG, C.; WIESENFELD, K. Self-Organized Criticality: An Explanation of the $1/F$ Noise. *Physical Review Letters*, v. 59, n. 4, p. 381-384, 1987.
- BARABÁSI, A.-; ALBERT, R. Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, v. 286, n. 5.439, p. 509-512, 1999.
- CHANDLER JR., A. *The Visible Hand: The Managerial Revolution in America Business*. London: The Belknap Press of Harvard University Press, 1977.
- COASE, R. The Nature of the Firm. In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. *The Nature of the Firm: Origins, Evolution and Development*. Oxford: Oxford University, 1991 (1937). pp. 18-33.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 128-152, 1990.
- DUESENBERY, J. S. *Income, Saving and the Theory of Consumer Behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1949.
- DOPFER, K.; FOSTER, J.; POTTS, J. Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 14, n. 3, p. 263-279, 1 July. 2004.
- DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. *Research Policy*, 11(3), 147-162, 1982.
- DOSI, G. Finance, Innovation and Industrial Change. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, v. 13, p. 229-319, 1990.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: FREEMAN, C.; PEREZ, C.; DOSI, G.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Ed.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, 1988.
- GOLDENFELD, N.; KADANOFF, L. P. Simple Lessons from Complexity. *Science*, v. 284, n. 5.411, p. 87-89, 1999.
- HEFFETZ, Ori; FRANK, Robert, Preferences for Status: Evidence and Economic Implications (July 1, 2008). In: BENHABIB, Jess; BISIN, Alberto; JACKSON, Matthew (Ed).

Handbook of Social Economics. The Netherlands: North-Holland. pp. 69-91. V. 1A. Johnson School Research Paper Series No. #05-09, Available at SSRN: <<https://ssrn.com/abstract=1155422>>. Acesso em: 29 maio 2025.

HYMER, S. The Efficiency (Contradictions) of Multinational Corporations. *American Economic Review*, v. 60, n. 2, pp. 441-448, 1970.

KALECKI, M. *Teoria da dinâmica econômica: ensaio sobre as mudanças cíclicas e a longo prazo da economia capitalista*. São Paulo: Abril Cultural, 1977.

KIM, L. *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia*. Campinas: Editora Unicamp, 2005 (Original de 1997).

LANGLOIS, R. The Boundaries of the Firm. In: BOETTKE, P. (Org.). *The Elgar Companion to Austrian Economics*. Aldershot: Edward Elgar, 1994. pp. 173-178.

LANGLOIS, R. *The Corporation and the Twentieth Century: The History of American Business Enterprise*. Princeton/Oxford: Princeton University Press, 2023.

LORENZ, E. N. Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 20, n. 2, p. 130-141, 1963.

LORENZ, E. N. *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wing in Brazil Set off a Tornado in Texas?* In: AAAS 139th ANNUAL MEETING; 1972; New Orleans, 1972.

LUNDVALL, B.-Å. (Ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter, 1992.

MELO, B. A. C. de. *A economia capitalista como sistema complexo: evolução de preços do trigo e emergência de estrutura fractal do mercado*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2024. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1843/74287>>. Acesso em: 24 maio 2025.

MELO, L. M. *Inovações e finanças*. Texto para discussão, n. 358, IE/UFRJ, 1996.

NELSON, R. Capitalism as a Mixed Economic System. In: MUELLER, D. C. (Ed.). *The Oxford Handbook of Capitalism*. Oxford: Oxford University Press, pp. 277-298, 2012.

NELSON, R. The Economic System Question Revisited. *Industrial and Corporate Change*, v. 31, pp. 591-609, 2022.

NELSON, R.; WINTER, S. G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

PEREZ, C. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*/ Cheltenham/UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2002.

RIBEIRO, L. C.; DE 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.; LOUREIRO, P. M.; DEUS, L. G.; ALBUQUERQUE, E. M. 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*, p. 51-61, 2017b.

RIBEIRO, L. C. Sistemas complexos, economia e Covid-19. In: ALBUQUERQUE, E. M.; JAYME JR., F. G.; BRITTO, G. (Org.). *Crise, pandemia e alternativas* Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2022. p. 165-191.

- RIND, D. Complexity and Climate. *Science*, v. 284, n. 5.411, p. 105-107, 1999.
- SHAIKH, A. The Falling Rate of Profit as the Cause of Long Waves: Theory and Empirical Evidence. In: KLEINKNECHT, A.; MANDEL, E.; WALLERSTEIN, I. (Org.). *New Findings in Long-Wave Research*. London: Palgrave Macmillan UK, 1992. p. 174-202.
- SCHUMPETER, J. A. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill Book, 1939. v. 1.
- SIMON, H. A. Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science. *American Economic Review*, v. 49, p. 253-283, 1959.
- SIMON, H. A. The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962.
- SIMON, H. Organization and Markets. *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 2, pp. 25-44, 1991.
- VILELA, L. M. O. *Surgimento e superposição de camadas: revoluções tecnológicas e transporte e comunicações*. 2023. Monografia (Conclusão de Curso) - Belo Horizonte, FACE/UFGM, 2023.
- WILLIAMSON, O. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press, 1985.
- YEUNG, H. W-C. *Interconnected Worlds: Global Electronics and Production Networks in East Asia*. Stanford: Stanford University Press, 2022.
- YUN, J. J.; AHN, H. J.; LEE, D. S.; PARK, K. B.; ZHAO, X. Inter-Rationality; Modeling of Bounded Rationality in Open Innovation Dynamics. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 184, 2022.

Sobre os autores

Ana Lúcia Tatsch

Professora do Departamento de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutora em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Leciona Microeconomia no PPGE/UFRGS e Economia Industrial no Curso de Graduação em Economia da mesma instituição. Áreas de pesquisa: sistemas inovativos, interação universidade-sociedade, processos de aprendizagem para inovar, política industrial e de inovação. Publicações: Knowledge Networks in Brazil's Health Sciences; Integrating Knowledge in Health Systems. Evidence from Academia and Hospitals in Brazil; Processos de aprendizado e capacidades no nível das firmas.

Ana Paula Macedo de Avellar

Professora Titular do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutora em Economia Industrial e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ministra as disciplinas Microeconomia e Economia Industrial na graduação, e Microeconomia e Economia Industrial e da Tecnologia na pós-graduação. Pesquisa na área de economia industrial, economia da tecnologia e política industrial e de inovação. Autora de Impact of Innovation Policies on Small, Medium and Large Brazilian Firms (2018).

André Luiz da Silva Teixeira

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Viçosa (2013), mestrado e doutorado em Economia (2015 e 2019) pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGEconomia) da mesma instituição. Ministra as disciplinas Economia Industrial e Economia da Tecnologia. Principais temas de pesquisa: capacidade de absorção das empresas; interação universidade-empresa.

Bruno Aguiar Carrara de Melo

Doutor em Economia pelo Cedeplar UFMG e bacharel em Física pela UFMG. Foi consultor na área de regulação econômica para distribuidoras de energia elétrica entre 1994 e 2009. De 2011 a 2016, foi Coordenador de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira na Arsae-MG, onde liderou fiscalizações e estudos de reajustes e revisões tarifárias da Copasa, Copanor, Cesama-JF e SAAEs. Desde 2008, atua como cafeicultor, promovendo a transição do sistema de monocultura para o agroflorestal.

Eduardo da Motta e Albuquerque

Autor de *Technological Revolutions and the Periphery* (Springer, 2023). Doutor em Economia (UFRJ, 1998), que inclui um período sanduíche no University of Sussex, (SPRU/UK. Mestre em Economia (UFMG, 1995) e graduado em Economia pelo Centro Universitário Newton Paiva (1992). Pesquisador visitante no King's College, London (setembro de 2014-agosto de 2015). Professor Titular da Faculdade de Ciências Econômicas (FACE)/Cedeplar UFMG. Atua nas linhas de pesquisa: Economia política contemporânea; Economia da ciência e da tecnologia.

Janaína Ruffoni

Professora Titular na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Docente Permanente no Programa de Pós-Graduação em Administração. Doutora em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Ministra as disciplinas Dinâmica de Sistemas de Inovação e Interação Universidade-Empresa: teoria e prática na pós-graduação, e Economia da Tecnologia e Formação Econômica do Brasil na graduação. Líder do Grupo de Pesquisa em Dinâmica Econômica da Inovação (GDIN) desde 2013. Organizadora do livro *Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*.

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. Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia no Instituto de Economia da UFRJ, com intercâmbio no Science Policy Research Unit, SPRU, University of Sussex, Inglaterra. Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Indústria, Energia, Território e Inovação (NIETI-UFF).

Leonardo Costa Ribeiro

Bacharel, mestre e doutor em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde realizou pós-doutorado em Economia. É Professor Adjunto do Departamento de Economia da mesma instituição, atuando na graduação e na pós-graduação. Suas pesquisas concentram-se no estudo do sistema econômico como sistema complexo, no uso de big data para construir indicadores de desenvolvimento científico e tecnológico e na aplicação de inteligência artificial, especialmente processamento de linguagem natural, à análise de patentes e artigos científicos.

Livia Maria dos Santos

Professora do Instituto Federal do Paraná (UFPR), bacharel em Economia e Administração de Empresas e doutora em Políticas Públicas pela UFPR. Atua nas áreas de gestão, inovação e desenvolvimento, com pesquisas voltadas às relações entre universidade, Estado e setor produtivo, além de temas ligados à educação profissional e tecnológica.

Luiz Martins de Melo

Graduado em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) (1977), mestre em Economia da Indústria e da Tecnologia pela UFRJ (1984) e doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia pela UFRJ (1991). Pesquisador associado do Instituto de Economia (IE)/UFRJ. Atua na área de Economia, com ênfase em Economia Industrial, principalmente nos temas: inovação, financiamento, esporte, Brasil e inovação tecnológica.

Márcia Siqueira Rapini

Economista pela UFMG. Mestra e doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pelo IE/UFRJ. Professora Associada da FACE/UFMG e do Cedeplar UFMG. Atua nas áreas de Economia Industrial e Economia da Inovação, nas linhas de pesquisa: interação universidade-empresa, financiamento da inovação, sistema nacional de inovação e política industrial e de inovação. Disciplinas ministradas: Microeconomia IV e Economia da Inovação.

Renato de Castro Garcia

Professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), onde atua nas áreas de economia da inovação, geografia da inovação e política industrial. É editor da Revista Brasileira de Inovação e presidente da Associação Brasileira de Economia Industrial e da Inovação (ABEIN) nas gestões 2023-2024 e 2025-2026.

Ricardo Lobato Torres

Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da UFPR. Doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com pós-doutorado pela Universidad del País Vasco. Atua, no ensino, com Economia Industrial e Política Industrial e, na pesquisa, nas linhas de dinâmica industrial e políticas públicas. É coautor do livro *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*.

Tomás Lima Pimenta

Pesquisador do Cedeplar UFMG e doutor em Filosofia pela New School for Social Research. Sua linha de pesquisa situa-se na interseção entre História do pensamento econômico, Economia política e metodologia, com ênfase em teoria monetária e nas relações entre filosofia, história intelectual e fundamentos epistemológicos da teoria econômica.

Walter Tadahiro Shima

Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da UFPR. Doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia pela UFRJ, com estágio pós-doutoral como Visiting Senior Fellow na London School of Economics and Political Science. Leciona as disciplinas Economia Industrial na graduação em Economia, e Estruturas Industriais e Concorrência e Mudança Tecnológica na pós-graduação. É coautor do livro *Economia da inovação tecnológica*.

MICROECONOMIA EVOLUCIONÁRIA

Inovação, aprendizado, heterogeneidade, incerteza, instituições e trajetórias são elementos constitutivos da dinâmica capitalista e, por isso, devem ocupar posição central na construção dos fundamentos microeconômicos da teoria econômica. Esta coletânea tem como objetivo contribuir para essa construção. Ao reunir capítulos dedicados a temas como inovação, imitação, financiamento, racionalidade, dados, informação, conhecimento, demanda, mercados, firmas, indústrias, organizações e sistemas complexos, a obra procura sistematizar uma agenda de microeconomia evolucionária capaz de dialogar tanto com a tradição neoschumpeteriana quanto com os desafios contemporâneos da economia capitalista.



ISBN: 978-65-88208-36-6

