



VIII ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e
Inovação

20 a 23 de Maio de 2024

**POLÍTICA INDUSTRIAL E
ECONOMIA DO CONHECIMENTO:
NOVAS ESTRATÉGIAS DE
DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL**



O que é inovação e qual o processo para gerá-la? Uma discussão neoschumpeteriana ¹

André Luiz da Silva Teixeira*;
Márcia Siqueira Rapini**;
Igor Santos Tupy***

Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar o que é inovação e quais as características do processo para gerá-la, a partir da abordagem neoschumpeteriana e de uma forma didática. Parte-se da inovação enquanto uma nova combinação de conhecimentos e tecnologias com aplicabilidade comercial, onde sua obtenção depende de um processo com peculiaridades. Esse processo busca resolver problemas tecnológicos que são: (i) mal estruturados e incertos, dada a ausência prévia de conhecimentos para saná-los; e (ii) relacionados às tecnologias existentes, onde as empresas buscam, de forma cumulativa e interativa, resolver problemas nas - e a partir das - tecnologias existentes. Essas características são conectadas e exemplificadas ao longo do artigo. Espera-se que este sirva de referência para cursos de Economia da Inovação e ajude a compreender outras discussões neoschumpeterianas, como interação universidade-empresa, construção de capacidades por parte das empresas e o papel do Estado em prol do processo inovativo.

Palavras-chave: Inovação; Economia Neoschumpeteriana; Processo Inovativo; Ensino

Código JEL: O30; O31

Área Temática: 9.1. Discussão teórico-metodológica

What is innovation and the process to generate it? A neo-Schumpeterian discussion

Abstract: This paper aims to didactically discuss what innovation and its generation process are, based on the neo-Schumpeterian approach. First, innovation is defined as a new combination of knowledge and technologies that is applied commercially, where its attainment depends on a process with peculiarities. This process seeks to resolve technological problems that are (a) ill-structured and uncertain, given the prior lack of knowledge to solve them, and (b) related to existing technologies, where firms seek, cumulatively and interactively, to solve problems in - and based on - existing technologies. These characteristics are connected and exemplified throughout the article. This paper can serve as a reference for courses in Economics of Innovation and to help the understating of other neo-Schumpeterian discussions, as university-firm interaction, firms' capabilities development and the role of State in favor of the innovative process.

Keywords: Innovation; neo-Schumpeterian Economics; Innovative Process; Teaching

¹ Trabalho desenvolvido no âmbito do Projeto Fapemig "O MG Survey 20 anos depois" (processo APQ-00454-23, Demanda Universal). Este trabalho também recebeu apoio do CNPq, Processo nº 311722/2023-7.

* Professor Adjunto – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) – andre.teixeira@unifal-mg.edu.br

** Professora Associada – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – msrapini@cedeplar.ufmg.br

*** Professor Adjunto – Universidade Federal de Viçosa (UFV) - igor.tupy@ufv.br

1. Introdução

A geração e a difusão de inovações são consideradas centrais para o desenvolvimento econômico de um país. E uma das principais abordagens para estudá-las é a Economia Neoschumpeteriana. Desenvolvida a partir das obras de Schumpeter, essa abordagem tem como foco compreender o processo de mudança, isto é, compreender como diferentes agentes geram e adotam novos produtos, novos processos, novas tecnologias e como essas mudanças impactam o contexto em que elas são geradas. Schumpeter (1911 [1985], 1942 [2016]) mostrou que a implementação dessas mudanças são responsáveis por romper as relações existentes entre os agentes, favorecendo a criação de novas formas de conexão, sejam estas nas dimensões do consumo, de trabalho, de produção, dentre outras. O surgimento da Economia de Plataformas e de empresas como Uber, IFood, Facebook e Tinder são exemplos de novos produtos e serviços que criaram novas formas de relações comerciais e sociais (NETO; BONACELLI; PACHECO, 2019).

A abordagem neoschumpeteriana apresenta conceitos e ferramentas analíticas que permitem compreender essas mudanças tecnológicas e organizacionais. Diferentes iniciativas nacionais buscaram apresentar os variados elementos dessa abordagem. São exemplos disso os livros (a) “Gestão da Inovação - uma abordagem estratégica, organizacional e de gestão de conhecimento” de Paulo Tigre (2019 - Terceira Edição) ou (b) “Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil”, de Paulo N. Figueiredo (2015) e, mais recentemente e de uma forma mais ampla, (c) o livro “Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação”, organizado por Rapini, Ruffoni, Silva e Albuquerque (2021). Esse livro se encontra em sua segunda edição e tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos do estudo da Ciência, Tecnologia e Inovação nas dimensões micro, meso e macroeconômica da abordagem neoschumpeteriana.

Este artigo é uma contribuição a tais esforços e visa ocupar uma lacuna deste último livro, buscando caracterizar, de forma didática, o que são tecnologia, inovação e quais as características gerais do processo de geração desta. Dosi (1988), em seu texto seminal, apresenta tal caracterização, mas é um texto de difícil compreensão para aqueles que estão iniciando seus estudos nessa abordagem. Portanto, busca-se aqui complementar os esforços do referido manual, tendo os jovens pesquisadores como leitores iniciais. Não almejamos trazer elementos novos, mas, sim, apresentar elementos já existentes de uma forma mais integrada e com fins didáticos. Espera-se que esse texto sirva para as primeiras aulas de um curso de Economia da Inovação, visto que os elementos aqui expressos dão base para compreender conceitos mais aprofundados da abordagem em questão, como a construção de capacidades por parte das empresas e sua conexão com um Sistema Nacional de Inovação².

Para isso, o presente artigo está dividido em mais 4 seções, além desta introdução. A seção 2 busca caracterizar um elemento central dessa abordagem: a tecnologia e a inovação e porque elas importam. Já a seção 3 discute as características principais do processo inovativo, considerando a empresa como agente inovador. Já a seção 4 realiza uma síntese didática dos conceitos tratados³ e, por fim, na quinta seção são tecidas as considerações finais.

2. O que são tecnologia e inovação e por que elas importam?

Porque a inovação e a mudança tecnológica são tão importantes na fase atual do capitalismo? A tecnologia explica parte considerável e cada vez mais significativa do crescimento dos países, fenômeno já observado no trabalho de Solow (1957). É a partir das inovações que novos sistemas produtivos podem emergir, possibilitando melhoria da qualidade de vida da população (em suas várias dimensões, como moradia, transporte, alimentação, saúde, trabalho), bem como formas sinérgicas de convivência com o meio-ambiente. Por exemplo, o caminho para a sustentabilidade passa necessariamente por um amplo conjunto de inovações e de novas tecnologias.

² Para uma discussão aprofundada sobre cada um desses tópicos, veja o livro “Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação” (RAPINI *et al.* 2021).

³ Nessa seção será construída uma figura que sintetiza e relaciona os conceitos tratados.

É comum associar tecnologia e inovação a produtos altamente tecnológicos, como grandes máquinas e equipamentos, smartphones, carros, foguetes de última geração etc. Entretanto, ambas vão além disso. Na literatura neoschumpeteriana, há várias formas de se definir tecnologia. O quadro 1 apresenta três definições.

Quadro 1 – Algumas definições de tecnologia

Autor	Definição de tecnologia
Freeman e Soete (2008)	É um corpo de conhecimentos relacionados à produção ou ao atendimento das necessidades humanas
Dosi (2006, p. 40)	É um conjunto de parcelas de conhecimentos (práticos ou teóricos), de métodos, procedimentos, experiências e também de dispositivos físicos e equipamentos
Figueiredo (2015)	A tecnologia está associada a uma quantidade de conhecimento retido por pessoas e organizações que se “manifesta” em máquinas, softwares, sementes, técnicas de gestão, organizações etc...

Fonte: Elaboração própria

Destas definições, um ponto merece destaque: a associação da tecnologia com conhecimentos. Por um lado, a tecnologia pode ser vista como resultado de conhecimentos e experiências acumulados pelos indivíduos e empresas que as desenvolvem (DOSI, 2006). Por outro lado, ela também pode ser enxergada como uma materialização desses conhecimentos em novos produtos, novos processos etc. (FIGUEIREDO, 2015). Com isso, a tecnologia deixa de ser apenas um elemento físico (como uma máquina, um equipamento ou um produto), para ser mais ampla e refletir, em essência, conhecimentos acumulados ao longo do tempo.

Para exemplificar as afirmações acima, podemos citar as sementes geneticamente modificadas. Estas também são tecnologias, uma vez que refletem um conjunto de conhecimentos de genética e de agronomia, de processos de tentativa e erro no desenvolvimento desta, além de buscarem atender a uma necessidade humana ligada à alimentação, por exemplo. Ademais, formas de produção e de irrigação adotadas por povos antigos também são tecnologias, pois refletem conhecimentos desses povos e atendem a uma necessidade humana⁴.

Mas e as inovações? Como se relacionam com as tecnologias?

Inicialmente as inovações foram definidas por Schumpeter como novas combinações de recursos que resultam em: (1) novos produtos ou processos produtivos; (2) criação ou abertura de novos mercados; (3) conquista e exploração de uma nova fonte de matéria-prima; (4) novas formas de organização da empresa ou setor (Schumpeter, 1911 [1985]). Já para Figueiredo (2015), as inovações podem ser definidas como novas combinações de conhecimentos – e tecnologias - que sejam aplicadas comercialmente. O Quadro 2 apresenta exemplos das inovações enquanto essas novas combinações.

⁴ Para um exemplo, veja “A tecnologia inovadora que alimentou o Império Inca” (BBC Brasil, 2022, disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tra-59769771>)

Quadro 2 – Exemplos de inovações enquanto novas combinações de conhecimentos e tecnologias

Inovação	Descrição	Referência
Iphone	Nova Combinação de tecnologias criadas por instituições militares como: GPS; tela multitoques; HTTP; tecnologia celular; Ipod (e suas tecnologias anteriores)	Mazzucato (2014) ¹
Karaokê	O inventor do Karaokê usou seu conhecimento de engenharia elétrica e criou o sistema do Karaokê a partir da combinação entre um amplificador de som e o player de cartucho de um som de carro	Byrne (2021)
Vacina da Pfizer-BioNTech contra Covid-19	Essa vacina utiliza a tecnologia de RNA mensageiro (mRNA), a qual já era estudada desde a década de 1970, mas para o tratamento de diferentes tipos de câncer.	Huang <i>et al.</i> (2022)
Sistema de Irrigação baseado na força do vento	No livro e filme “O menino que descobriu o vento”, é contada a história de um garoto que cria um sistema de irrigação baseado na força do vento. Esse sistema é criado a partir de uma junção de diferentes peças (como bicicletas, enxadas etc.). Entretanto, tal junção só é possível a partir de conhecimentos obtidos pelo garoto em uma biblioteca da sua cidade.	Kamkwamba e Mealer (2010)

Fonte: elaboração própria. Nota: ¹ disponível em <https://marianamazzucato.com/entrepreneurial-state/>;

Pelas duas definições acima, dois pontos devem ser considerados para caracterizar uma inovação: (i) ela deve ser algo novo e (ii) aplicado comercialmente. Em outras palavras, para que uma nova tecnologia – isto é, uma invenção – seja uma inovação, não basta apenas ser nova; ela precisa ser introduzida no mercado, sendo comercializada. E isso não é simples. Há todo um processo de testes, tentativa e erro, elaboração de protótipos, escalonamento e produção, que leva tempo para conseguir transformar uma invenção em uma inovação. Por exemplo, o motor à gasolina foi inventado em 1860, mas só foi aplicado comercialmente em 1886; já o foguete foi inventado em 1903, mas só foi aplicado comercialmente em 1935; os chips, inventados em 1940, foram aplicados comercialmente somente dez anos depois (FIGUEIREDO, 2015). E é essa aplicação que fará com que a inovação possa gerar seus impactos nas empresas e nos diversos setores industriais, favorecendo, por exemplo, o aumento de produtividade, bem como o surgimento de produtos de mais qualidade. As empresas, por sua vez, conseguem ampliar suas parcelas de mercado ou mesmo criar uma nova demanda de mercado a partir das inovações (OCDE, 2004).

Nesse sentido, a inovação não cai do céu: há um processo entre criar algo novo e conseguir aplicá-lo comercialmente. A próxima seção trata desse processo para inovar, tendo como foco a empresa enquanto agente inovador, isto é, como aquele que realiza tal processo.

3. Processo inovativo: como as empresas inovam?

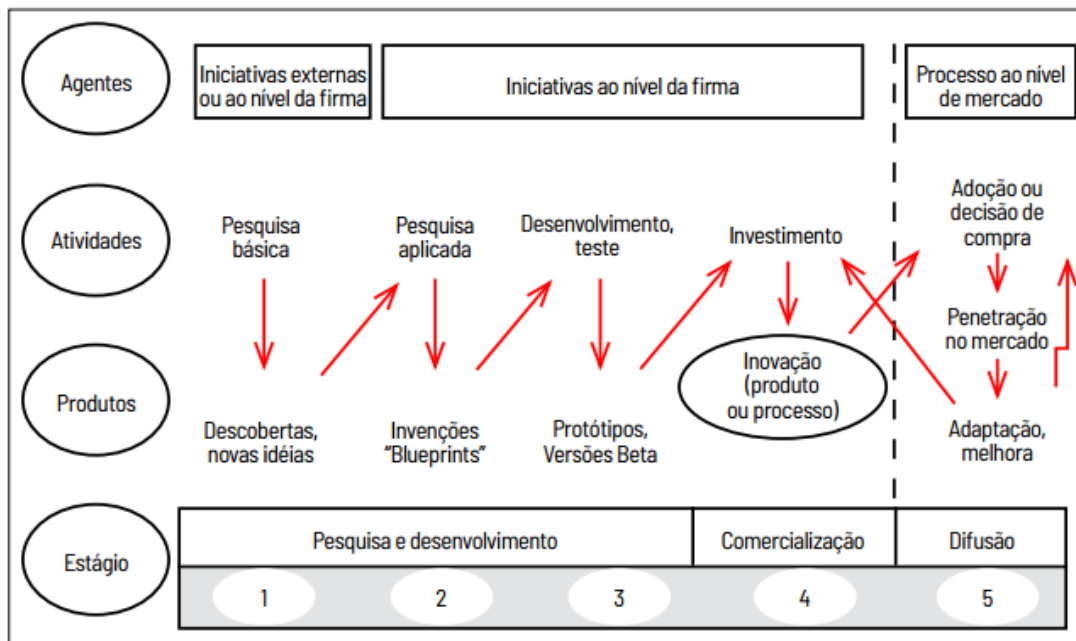
Há várias formas de se compreender como se dá o processo das empresas para inovarem. Mas, falar em processo implica em falar de etapas que são encadeadas e inter-relacionadas. Ou seja, o produto de uma etapa é o insumo para outras. Há ao menos duas formas de enxergar esse processo: (1) modelo linear; (2) modelo de elos em cadeia. Veremos primeiro essas formas para, depois, discutirmos as características principais desse processo inovativo.

3.1. Processo inovativo: representações gerais

A primeira forma de interpretar o processo inovativo – chamada de “modelo linear” – entende que esse processo passa por 4 fases: (1) Pesquisa básica; (2) Pesquisa Aplicada; (3) Desenvolvimento e testes; (4) Investimentos para Comercialização. Na primeira fase, são realizadas pesquisas de cunho mais gerais, sem uma aplicação específica, mas que trarão descobertas e novas ideias. Estas serão o ponto de partida para o processo inovativo e podem partir tanto do departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da empresa quanto de outros agentes, como as

universidades⁵. Essas descobertas serão o ponto de partida (ou o produto-insumo) para pesquisas mais aplicadas que irão produzir novas tecnologias, as quais, por sua vez, servirão de base para o processo de desenvolvimento experimental (terceira fase). Esta irá criar, de fato, um protótipo ou versão *beta*, mais próxima da versão que irá ao mercado. Por fim, são necessários investimentos produtivos e comerciais para introduzir o produto no mercado, como adaptações na linha de produção, investimentos em propaganda e marketing, distribuição e logística etc.⁶ A figura 1 representa essa interpretação linear.

Figura 1 - Representações do Processo Inovativo (1): Modelo linear



Fonte: Greenhalgh e Rogers (2010, apud CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2021)

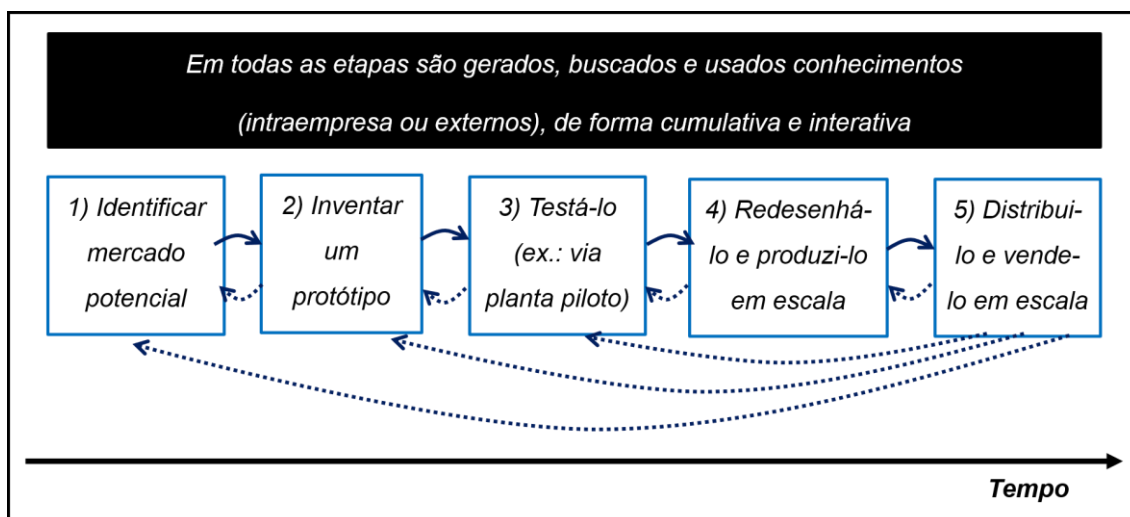
Já a segunda forma de analisar o processo inovativo é através do modelo de elos em cadeia, proposto por Kline e Rosenberg (1986). Uma versão simplificada deste modelo está expressa na Figura 2. Neste, a primeira etapa é a identificação de um mercado potencial, seguida pela criação de um primeiro protótipo para atender a esta demanda. Entretanto, essa primeira criação não nasce na sua melhor forma; faz-se necessário um processo de testes, como em plantas-piloto, os quais permitem compreender melhor os limites e potencialidades dessa nova tecnologia, gerando conhecimentos sobre estas que permitirão redesenhar esse protótipo e, em seguida, produzi-lo, vendê-lo e distribuí-lo em escala. Por sua vez, ao levá-lo ao mercado, a empresa tende a adquirir novos conhecimentos sobre o produto, o que pode levar a um novo redesenho do produto (etapa 4), à realização de novos testes (etapa 3), à proposição de um novo protótipo (etapa 2) ou até mesmo à identificação de um mercado não previsto anteriormente (etapa 1). Essas situações estão indicadas com as linhas pontilhadas⁷. Essas linhas indicam retroalimentação entre as etapas do processo inovativo, sugerindo que este não é linear e unidirecional, como no primeiro modelo. Ou seja, neste segundo modelo, os produtos de cada etapa podem ser insumos para qualquer uma das demais etapas. Outra diferença importante é que, neste modelo, o conhecimento científico tem o potencial de contribuir em todas as etapas do processo de inovação e não apenas nas etapas iniciais, como no Modelo Linear.

⁵ Para uma discussão sobre o papel da ciência e das universidades no processo inovativo, veja os capítulos 4 e 5 de Rapini et al (2021).

⁶ Esses investimentos resultam em ativos complementares necessários para transformar as invenções, criadas pelos esforços de P&D, em inovação de fato. Para uma discussão mais aprofundada, ver Teece, Pisano e Shuen (1997).

⁷ Outras retroalimentações são possíveis entre as etapas, mas não foram exploradas aqui por não serem objeto do presente estudo e/ou para manter o foco na apresentação mais simplista do modelo.

Figura 2 - Representações do Processo Inovativo (2): Modelo de Elos em Cadeia



Fonte: Adaptado de Kline e Rosenberg (1986). Elaboração própria.

Nesse sentido, em ambos os modelos, um ponto merece destaque: o processo inovativo é, em essência, um processo que envolve diferentes tipos de conhecimento. Ao longo desse processo, as empresas geram novos conhecimentos (através de processos de tentativa e erro, realização de testes, atividades de P&D etc.) e também buscam usar conhecimentos já existentes. Por exemplo, (i) as empresas podem buscar por pesquisas básicas já realizadas pelas universidades⁸ (ao invés de realizá-las internamente) ou (ii) elas podem buscar apoio em instituições de testes para as etapas de redesenho dos seus protótipos. Esse ponto será importante posteriormente e está exemplificado no quadro 6 (pág. 10).

Mas, seja iniciando na pesquisa básica ou na identificação de um mercado potencial, o processo inovativo pode ser compreendido, em sua essência, enquanto um processo que busca resolver problemas tecnológicos relacionados e mal estruturados (DOSI, 1988). E esse processo tem três características importantes: é incerto, cumulativo e interativo⁹. Vejamos a relação entre essas características centrais e a definição de Dosi (1988) nas próximas seções.

3.2. Relação 1: Problemas tecnológicos mal estruturados vs. incerteza

Em primeiro lugar, ao afirmar que o processo inovativo envolve a resolução de problemas tecnológicos mal estruturados, tem-se em mente que, no momento em que a empresa está estruturando seu projeto de P&D, ela não tem todo conhecimento para saná-lo e/ou para conhecer previamente (*ex-ante*) os resultados dos seus esforços.

Vejamos um exemplo. A empresa Uber, em meados de 2016, iniciou seus esforços para desenvolver seu próprio carro autônomo. Entretanto, apesar de elevados investimentos em projetos de P&D sobre tal tecnologia, em meados de 2018 a avaliação era de que sua divisão para tal projeto apresentava pouco avanço, com falhas importantes no software, por exemplo. Com isso, em 2020, a empresa decide passar toda essa divisão para uma empresa concorrente (LAVADO, 2020). Em outras palavras, ao definir seu problema tecnológico (desenvolvimento de um carro autônomo), a

⁸ As universidades – e suas pesquisas – exercem um papel de “mecanismo de foco” (*focusing device*, em inglês), isto é, suas pesquisas podem direcionar os esforços inovativos das empresas em termos de qual trajetória tecnológica ou projeto de P&D escolher (ALBUQUERQUE, 1999; KLEVRICK, 1995). Por exemplo, segundo reportagem da BBC Brasil, uma das razões de não se ter uma pílula anticoncepcional masculina é a maior disponibilidade de conhecimentos sobre a medicina reprodutiva feminina. Isso faz com que as empresas farmacêuticas foquem seus esforços nas pílulas femininas em detrimento da masculina ou, de outra forma, o desenvolvimento da segunda seja possivelmente mais difícil (em termos de tempo e recursos) do que o da primeira (CAMPO-ENGELSTEIN, 2016).

⁹ Para uma descrição completa sobre as características do processo inovativo, ver DOSI (1988).

empresa o faz com conhecimentos insuficientes sobre o assunto e sem a capacidade plena de definir, previamente, os resultados dos seus esforços.

Essa falta de conhecimento previamente está ligada com a noção de **incerteza**. Tida como uma característica essencial do processo inovativo, essa incerteza se difere da noção de risco: risco é algo calculável, em que o agente possui eventos similares no passado que o permitem estabelecer uma distribuição de probabilidade e, portanto, calcular o risco; porém, no processo inovativo, tais eventos podem simplesmente não existir, sendo, portanto, impossível calcular tal distribuição¹⁰. Em outras palavras, a falta de informação e conhecimento prévios impedem que as empresas consigam estabelecer cálculos de risco e retorno, como em investimentos financeiros por exemplo¹¹.

Nesse ponto, vale realizar duas observações.

Em primeiro lugar, essa falta de conhecimento – e, portanto, a incerteza – podem ser de diferentes naturezas. Essas incertezas podem estar ligadas a projetos inovativos específicos ou ao negócio como um todo. No primeiro caso, as incertezas advêm da falta de conhecimento prévio tanto sobre as tecnologias e seus atributos em si (chamadas de incertezas técnicas), quanto da resposta dos consumidores e concorrentes à inovação (chamada de incerteza comercial). Há também incerteza relacionada à capacidade de gestão e organizacional da empresa para sustentar o processo de inovação e a captura de valor, o que Bakker (2013) denomina de incerteza de lucro. Já as incertezas perante o negócio como um todo podem ser chamadas de uma incerteza macroeconômica, no sentido de que os empresários não conhecem, com precisão – e previamente – como a economia se comportará no futuro, quais serão as taxas de juros, câmbio e crescimento da economia, por exemplo. Esses indicadores macroeconômicos podem afetar a decisão de inovar como um todo ao interferir sobre o desempenho do negócio (CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2021; FREEMAN; SOETE, 2008; MARTINS; TEIXEIRA; BATISTA, 2021). O quadro 3 sintetiza esses tipos de incerteza.

Quadro 3 – Tipos de incerteza de acordo com o conhecimento faltante

Tipos de Incerteza	Faltam conhecimentos prévios (<i>ex-ante</i>) sobre....
Incerteza macroeconômica	sobre o comportamento geral futuro do negócio como um todo
Incerteza técnica	a tecnologia em si, sobre como esta vai evoluir ao longo dos esforços realizados, se será substituída facilmente por outra etc.
Incerteza comercial	o comportamento da demanda em si, sobre como esta responderá ao produto novo, se as vendas serão suficientes etc.
Incerteza de lucro	modelo de negócio adequado à captura de valor da inovação e propriedade intelectual.

Fonte: Elaboração própria a partir da literatura.

Além desses tipos de incerteza, é importante destacar que o nível desta pode variar de acordo com a inovação buscada pela empresa. De modo geral, quanto mais disruptiva for a inovação almejada, quanto mais inovadora de fato ela for, menos conhecimento prévio a empresa tem – seja sobre os aspectos técnicos ou mercadológicos desta – e, portanto, maior a incerteza enfrentada pela empresa. O Quadro 4 ilustra esse argumento a partir do caso dos smartphones da linha iPhone® (da empresa Apple).

Entretanto, apesar da existência de diferentes incertezas (seja quanto ao tipo ou grau), o processo inovativo não é cego, isto é, as empresas não inovam sem direção. Elas se baseiam em conhecimentos e tecnologias prévios para resolver os problemas tecnológicos em questão. E isso nos conecta com a ideia de que o processo inovativo envolve a resolução de problemas tecnológicos

¹⁰ Essa ausência de conhecimentos pode variar de acordo com a situação e, portanto, a incerteza também. De modo geral, quanto mais disruptiva for a inovação, menor os conhecimentos disponíveis e, portanto, maiores as incertezas enfrentadas (CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2021).

¹¹ Freeman e Soete (2008) afirmam que os agentes até podem realizar tais cálculos, mas, em essência, eles o fazem para realizar uma pressão interna, uma defesa, em torno do projeto de seu interesse. Porém, dada essa incerteza, as expectativas criadas com base nessas estimativas não são confiáveis (MARTINS; TEIXEIRA; PEREIRA, 2021).

relacionados e é um processo cumulativo e interativo. A relação entre essas três características é feita na próxima subseção.

Quadro 4 – Grau de incerteza de acordo com a inovação buscada.

O quadro 4.1 traz uma ilustração de como o grau de incerteza enfrentado pela empresa pode variar de acordo com a inovação almejada por ela. Para isso, vamos focar no caso dos smartphones, como aqueles da linha iPhone® (da empresa Apple), imaginando 4 inovações almejadas pela empresa.

Quadro 4.1 - Grau de incerteza de acordo com inovação almejada: uma aplicação para o caso do Iphone®.

Inovação almejada	Grau de incerteza
(1) Nova versão do Iphone com pequenas modificações	Baixa
(2) Nova versão do Iphone com maiores modificações	Moderada
(3) Desenvolvimento de um Iphone dobrável	Alta
(4) Uma inovação radical, visando um substituto ao smartphone (como o <i>computer glasses</i> ¹²)	Muito alta

Fonte: Elaboração própria.

Em primeiro lugar, se a empresa busca criar uma nova versão do iPhone, com pequenas modificações (como uma melhor qualidade da câmera ou tela), as incertezas enfrentadas são baixas, visto que a empresa já domina grande parte da tecnologia e conhece o comportamento do seu consumidor. Mas, se essa nova versão envolver maiores modificações (caso 2), seja perante a versão anterior ou aos seus competidores, essa incerteza será maior, visto que as incertezas quanto à resposta dos consumidores e competidores também são maiores. Por outro lado, se a empresa, hoje, se propor a desenvolver um Iphone dobrável (caso 3), o nível de incerteza enfrentado será consideravelmente maior, visto que a empresa tem menores conhecimentos hoje sobre as tecnologias de tela, sobre qual será o desenvolvimento de softwares adaptados a um celular dobrável, sobre qual a resposta dos consumidores etc.¹³. Por fim, caso a empresa busque desenvolver um produto para substituir totalmente o smartphone (caso 4), a incerteza será consideravelmente maior, dado que as incertezas tanto mercadológicas quanto técnicas são muito elevadas, visto que os conhecimentos existentes hoje, oriundos de experiências prévias com os smartphones, podem não ser suficientes ou adequadas para prever o comportamento futuro tanto dos consumidores quanto da própria tecnologia. É válido destacar que esses níveis de incerteza não são quantitativos, mas sim qualitativos e dependem, em essência, do conhecimento que a empresa possui sobre a tecnologia e a demanda em questão.

Fonte: Elaboração própria.

3.3. Relação 2: Problemas tecnológicos relacionados às tecnologias existentes vs. cumulatividade e interatividade

Como definido anteriormente, o processo inovativo envolve a resolução de problemas que são, além de mal estruturados, relacionados às tecnologias existentes. Esse último ponto pode ser interpretado de duas formas.

Em primeiro lugar, pode-se compreender que o pontapé para as empresas inovarem é a identificação de limitações e problemas nas tecnologias que elas já possuem, seja para aprimorá-las ou até para substituí-las. Dosi (1988) argumenta que as tecnologias avançam a partir da existência de desbalanços tecnológicos e econômicos destas. Vejamos um exemplo.

Suponha que em 2022 a empresa tenha identificado uma baixa performance do sistema operacional do seu smartphone e busque sanar esse problema. Em 2023 ela consegue saná-lo, lançando uma nova versão deste. Entretanto, com o uso deste, os consumidores ou os engenheiros (as) da empresa reportam uma redução considerável na duração da bateria. Há aqui um desbalanço tecnológico entre performance do software e duração da bateria, a qual a empresa buscará sanar através de modificações na bateria. Porém, a empresa observa que, para isso, o peso ou o preço do smartphone não estariam de acordo com a preferência existente dos seus consumidores, fazendo-a buscar inovar novamente para sanar esse outro problema. Dessa vez, há um desbalanço econômico. Entretanto, a empresa pode chegar à conclusão de que para resolver esse problema da bateria seja

¹² Sobre estes, ver: <https://www.cnn.com/2021/02/20/apple-facebook-microsoft-battle-to-replace-smartphone-with-ar.html>; <https://olhardigital.com.br/2019/07/02/noticias/samsung-diz-que-ninguem-usara-smartphones-em-cinco-anos/>

¹³ O website TecMundo, em seu quadro “Entenda”, traz uma noção geral acerca dos atributos necessários para o desenvolvimento de smartphones dobráveis (ENTENDA:... 2019).

necessário buscar uma tecnologia substituta à atual. Independente da escolha, ela partiu de algum lugar; nesse caso, das atuais tecnologias dos smartphones e das baterias, com suas limitações e conhecimentos envolvidos.

Uma segunda forma de interpretar a essa característica do processo inovativo é de que as empresas buscam sanar seus problemas existentes *a partir* de tecnologias existentes. O caso da vacina contra Covid-19 da Pfizer-BioNTech é um exemplo disso: para seu desenvolvimento, empregou-se uma tecnologia já existente (a tecnologia de mRNA) (HUANG, *et al.*, 2022). Esse fato já nos permite também relacionar com o conceito de cumulatividade.

Considerado uma característica importante do processo inovativo, a cumulatividade também pode ser interpretada de duas formas. Por um lado, ela nos diz que as empresas se baseiam em tecnologias e conhecimentos existentes para inovar. Estes são a base para a empresa inovar. Mas, por outro lado, também pode-se dizer que, ao longo do processo inovativo, a empresa acumula conhecimentos que a permite inovar. Essa noção já estava presente nas formas de representar os processos inovativos discutidos na seção 3.1. Nesse ponto, vale uma conexão com o conceito de incerteza e, também, com a característica de interatividade do processo inovativo.

Como exposto na seção 3.2, o processo inovativo é inerentemente um processo incerto, visto que a empresa não detém todo conhecimento prévio para sanar os problemas tecnológicos definidos por ela. Assim, ao longo do processo inovativo, a empresa precisa acumular conhecimentos para resolvê-los. Esse acúmulo pode se dar de duas formas: (a) através de esforços em atividades inovativas intraempresa, como esforços em P&D, testes, treinamento da mão-de-obra, criação de novas rotinas produtivas etc.¹⁴; (b) através da interação com outros agentes, como clientes, fornecedores, concorrentes, universidades e instituições de pesquisa. A primeira forma permite à empresa gerar conhecimentos internamente que vão capacitá-la a compreender melhor a tecnologia em questão e estabelecer melhores cenários para seus esforços (COHEN; LEVINTHAL, 1989). Já a segunda forma remete ao conceito de interatividade: a empresa nem sempre detém todo o conhecimento para sanar seus problemas tecnológicos, carecendo de interagir com outros agentes para acessá-los. Por exemplo, a empresa pode interagir com agentes ao longo da sua cadeia produtiva, como seus clientes (para identificar novos mercados potenciais) ou com fornecedores (para aprimorar algum componente do seu produto). Ela também pode interagir com universidades para identificar novos caminhos e projetos possíveis para sua tecnologia (FERNANDES, *et al.*, 2011; KLEVORICK *et al.*, 1995; ALBUQUERQUE 1999)¹⁵. O Quadro 5 traz um exemplo de como a questão da cumulatividade se apresenta no processo inovativo das empresas, enquanto o Quadro 6, ilustra a importância da interação para resolver os problemas tecnológicos.

¹⁴ Atividades inovativas são definidas como etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que conduzem, ou visam conduzir, à implementação de inovações. Algumas atividades são em si inovadoras, outras não são novas, mas são necessárias para a implementação de inovações. As atividades de inovação também inserem a P&D que não está diretamente relacionada ao desenvolvimento de uma inovação específica. Para maiores detalhes, veja OCDE (2004).

¹⁵ As pesquisas científicas realizadas pelas universidades podem funcionar como “mecanismo de foco” (*focusing device*), direcionando os esforços inovativos das empresas sobre, por exemplo, qual projeto ou trajetória tecnológica escolher.

Quadro 5 – Caso BioLab: um exemplo da cumulatividade.

Dante Alario, diretor técnico e científico da *Biolab Farmacêutica*, em sua participação no V Encontro Nacional de Economia Industrial (ENEI), da Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN), fez o seguinte relato: “Finalmente, eu queria só fazer uma observação porque ainda hoje há muito preconceito com a inovação incremental. Eu brinco dizendo que, quando a gente aprende a ler, a gente não começa com autores clássicos, como Monteiro Lobato. Você começa com ‘ $B+A = B\acute{A}$, $B+E = B\acute{E}$ ’, aí você monta uma palavra, depois uma frase, um parágrafo e aí você [depois] consegue ler. Isso é a inovação incremental para nós: é nossa porta de entrada para aprender a inovar. À medida que você vai acumulando conhecimentos que vem pela inovação incremental, é quase natural a passagem para a inovação radical. [Isso ocorre] Porque você já tem um acúmulo de conhecimento tão grande vindo da inovação incremental que é praticamente natural [você empregá-lo na geração de uma inovação radical]. Estou contando um pouco da história da BioLab para vocês”. (Fonte: Adaptado de ABEIN, 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=QZ_DXpCJ7ME, 50min:28seg a 52min:15seg; acesso em 26 de fevereiro de 2024).

Na passagem acima nota-se um relato de como o processo inovativo é um processo cumulativo em que, a partir dos conhecimentos obtidos durante a geração de inovações anteriores, ainda que incrementais, a empresa pode inovar amanhã. É válido destacar que se pode questionar a afirmação direta de que a partir de inovações mais simples (apenas incrementais), a empresa acumule o conhecimento necessário para inovações mais substanciais (mais radicais). Porém, isso não anula nem a importância do conhecimento prévio nesse processo nem a representação do conceito de cumulatividade na passagem acima.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 6 - Fabricante de tecidos e problemas das cores: um exemplo de interatividade

Na cidade de Petrópolis-RJ, havia uma empresa de médio porte fabricante de tecidos de grife. Esta vinha enfrentando problemas de qualidade no processo de identificação das cores e de mistura de corantes para tingir os tecidos. Esse processo vinha sendo feito de forma manual, acarretando em muitos erros e em desperdícios de corantes, um insumo com elevado peso no custo final do produto. Ou seja, a empresa tinha um problema tecnológico a ser resolvido. A solução veio a partir da interação com o laboratório de Colorimetria do Cetiqt (Centro Tecnológico da Indústria Têxtil), vinculado ao Senai. Essa interação foi viabilizada a partir da ação de um técnico da empresa, egresso do Senai. Este técnico sabia que, em tal laboratório, estava sendo desenvolvida uma tecnologia para automatizar o processo de seleção e mistura de cores. A empresa fez uma visita ao Cetiqt e avaliou que tal solução seria viável para ela, mas carecia ainda de adaptações às especificidades da empresa para ser, de fato, implementada. O fato era que a empresa lidava com maior variedade de tecidos do que o Cetiqt havia testado. Para resolver tal problema, os técnicos do Cetiqt ampliaram sua pesquisa para abarcar outros tecidos usados pela empresa, como lycra, linho, lã e seda. O resultado desse projeto foi a transferência, para a empresa, de um pacote tecnológico que incluía (1) um espectrofotômetro (aparelho para dosagem dos corantes), (2) um software específico e (3) um banco de dados de cores. A aplicação dessa nova tecnologia permitiu à empresa reduzir os índices de reclamação dos clientes e ter mais controle da cor e nuance dos tecidos.

Fonte: Régner, Caruso e Tigre (2001, apud TIGRE 2019)

As observações acima nos permitem reforçar um ponto importante: o processo inovativo é, em essência, um processo gerador e acumulador de conhecimentos (ARROW, 1962), em que, inovar hoje significa acumular conhecimentos que contribuirão para inovar amanhã. Vale destacar que, na seção 2, a inovação foi definida como uma nova combinação de conhecimentos e tecnologias com aplicabilidade comercial e, na seção 3.1, as duas formas de representar o processo inovativo já traziam essa ideia, a qual é reforçada com a noção de cumulatividade e interatividade.

Portanto, ainda que o processo para as empresas inovarem seja incerto, ele não é cego nem isolado. As empresas se baseiam em conhecimentos e tecnologias prévios para isso, seja naqueles que ela já possui ou naqueles que ela pode acessar interagindo com outros agentes (como clientes, fornecedores, competidores e universidades). E, portanto, ao longo desse processo inovativo, a empresa acumula conhecimentos que as capacitarão para inovar no futuro, como preconiza o conceito de cumulatividade. Esse último ponto tem conexão com a discussão de aprendizado e construção de capacidades por parte das empresas, a qual pode ser encontrada em Paranhos e Hasenclever (2021) e Tatsch (2021).

4. Síntese das discussões

A Figura 3 traz uma síntese das discussões acima, integrando-as. Cada passo está enumerado nessa figura¹⁶.

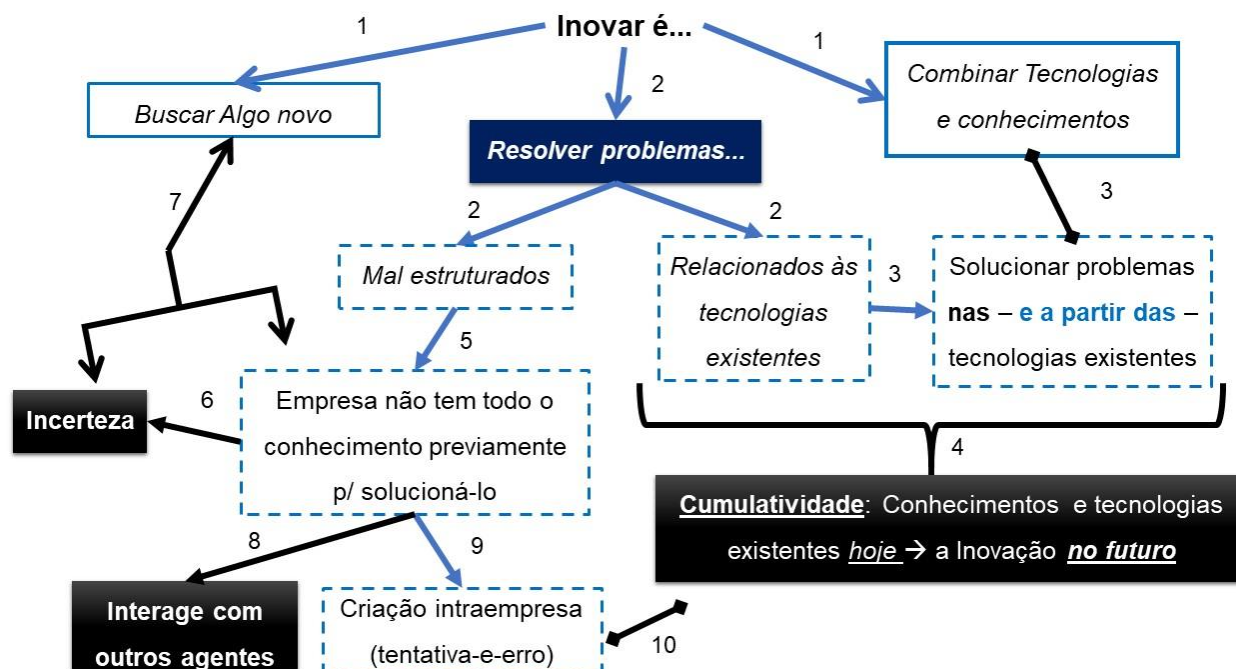
Em primeiro lugar, inovar é buscar algo novo e fazer novas combinações de conhecimentos e tecnologias que tenham aplicabilidade comercial (setas 1). Ademais, inovar também é resolver problemas tecnológicos que são, por um lado, mal estruturados e, por outro lado, relacionados às tecnologias existentes (setas 2).

O fato de o “problema tecnológico ser relacionado às tecnologias existentes” está conectado com o fato das empresas inovarem buscando solucionar problemas nas tecnologias existentes e também a partir delas (seta 3). Isso, por sua vez, remete ao fato do processo inovativo ser cumulativo, onde conhecimentos e tecnologias existentes hoje são base para a geração de conhecimentos, tecnologias e inovações no futuro (seta 4).

Já o fato desse processo envolver problemas mal estruturados é devido à ausência de conhecimento prévio para a empresa sanar tais problemas (seta 5). Tal ausência é uma das fontes de incerteza no processo inovativo (seta 6). Ambos estão diretamente ligados ao fato da inovação envolver a busca de algo novo (seta 7), cuja base de conhecimento para isso é limitada *ex-ante* e, portanto, é difícil estabelecer uma distribuição de probabilidade que permita calcular riscos para esse algo novo.

Dado a ausência desses conhecimentos, a empresa precisa acumular conhecimentos ao longo do processo inovativo para resolver os referidos problemas tecnológicos. Ela pode fazer isso de duas formas: interagindo com outros agentes (seta 8) ou gerando conhecimentos internamente, via, por exemplo, um processo de tentativa e erro (seta 9). Esse último ponto, por sua vez, reforça a cumulatividade do processo inovativo (seta 10), em uma perspectiva de que, ao longo de um processo inovativo, são gerados – e acumulados – conhecimentos que guiarão o processo inovativo futuro.

Figura 3 - Síntese das características do processo inovativo



Fonte: Elaboração própria. Nota: para uma visualização dinâmica, passo-a-passo, veja nota de rodapé 16.

¹⁶ Sugere-se que a leitura dessa seção seja feita acompanhando a construção passo-a-passo dessa figura 3. Essa versão “dinâmica” está disponível como material suplementar no seguinte link: <https://drive.google.com/drive/folders/1tFCPkHwF-m6nV9ZOGx4eqqxDOqqcbb5R?usp=sharing>.

5. Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo apresentar, de uma forma didática, o que são inovação e o processo para gerá-la, visando servir de referência para as primeiras aulas de um curso de Economia da Inovação e para aqueles que estão iniciando seus estudos na abordagem neoschumpeteriana. Entende-se que o presente artigo complementa esforços recentes em se criar materiais didáticos sobre esta abordagem no Brasil, como Rapini *et al.* (2021), Tigre (2019) e Figueiredo (2015).

Para isso, focou-se em apresentar a inovação enquanto uma nova combinação de conhecimentos e tecnologias que seja aplicada comercialmente. Essa definição é importante pois permite destacar a existência de um processo entre a mera criação de algo novo e conseguir, de fato, levá-lo ao mercado. A esse processo chamamos de processo inovativo. Este envolve diferentes etapas, leva tempo para se “concluir” e envolve a criação de conhecimentos ao longo deste (ARROW, 1962; KLINE; ROSENBERG, 1986). Ademais, esse processo também envolve a resolução de problemas tecnológicos que são, por um lado, incertos e mal estruturados (dada a ausência prévia de conhecimentos para saná-los) e, por outro, são relacionados às tecnologias existentes, onde as empresas buscam, de forma cumulativa, resolver problemas nas - e a partir das - tecnologias existentes. E, para resolver esses problemas, elas geram conhecimentos internamente e também interagem com outros agentes para isso.

Espera-se que essa descrição do processo inovativo de uma forma mais simples, porém, conectada, dê base para que o (a) leitor (a) compreenda outros conceitos importantes da teoria neoschumpeteriana. Por exemplo, ao reconhecer que o processo inovativo envolve a acumulação de conhecimentos, isso facilita compreender a importância dos gastos em atividades que os geram (como as atividades inovativas) e, também, dos esforços de aprendizagem e para construção de capacidades. Essas discussões intraempresa podem ser inicialmente encontradas em Paranhos e Hasenclever (2021) e Tatsch (2021). Ademais, reconhecer tal processo como interativo facilita compreender o conceito de Sistema de Inovação. Sobre este, os capítulos de Szapiro, Matos e Cassiolato (2021) e Bittencourt e Cario (2021) são ótimos pontos de partida. Por fim, reconhecer, mais uma vez, esse processo como inerentemente incerto abre espaço para a importância das políticas públicas de fomento à inovação enquanto redutoras de alguns tipos de incerteza e também direcionadora dos esforços privados para inovar. Novamente, dois capítulos de Rapini *et al.* (2021) são boas referências para um primeiro contato com tal discussão (e.g. CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2021; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Entretanto, características e conceitos importantes da abordagem neoschumpeteriana não foram discutidos, como: (i) o conceito de seleção; (ii) trajetórias e paradigmas tecnológicos; (iii) tacitidade e apropriabilidade parcial, entre outros (DOSI, 1988). Tais conceitos também são relevantes para compreender o processo inovativo das empresas. Mas, como forma de simplificação, optou-se por focar na incerteza, interatividade e cumulatividade, entendendo que estes perpassam diferentes conceitos mais aprofundados da abordagem em questão, conforme evidenciado no parágrafo acima.

Referências

- ALBUQUERQUE, E. M. National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes About a Rudimentary and Tentative “Typology”. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 19, n. 4, p. 35–52, 1999
- ARROW, K. J. 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**. 1. ed. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609–626
- BAKKER, G. Money for nothing: How firms have financed R&D-projects since the Industrial Revolution. **Research Policy**, v. 42, p. 1793-1814, 2013.

BITTENCOURT, P. F.; CÁRIO, S. A. F. Sistemas de inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea. Em: RAPINI, M. S. et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 351-383, 2021.

BITTENCOURT, P. F.; RAUEN, A. T. Políticas de Inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação. Em: RAPINI, M. S. et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 516-541, 2021.

BYRNE, Ashley. Como o karaokê virou febre mundial sem deixar seu inventor rico. **BBC News Brasil**, 07 de agosto de 2021. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-58130375>> Acesso em 15 de agosto de 2023.

CAMPO-ENGELSTEIN, Lisa. Os homens estão prontos para tomar pílula anticoncepcional? **BBC News Brasil**. 22 out. 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-50139131>. Acesso em: 16 ago. 2023.

CAVALCANTE, A.; RAPINI, M. S.; LEONEL, S. G. Financiamento da Inovação: uma Proposta de Articulação entre as Abordagens pós-keynesiana e Neo-schumpeteriana. Em: RAPINI, M. S.; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 295-320, 2021.

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

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of economic literature**. v. 26, n. 3, p. 1120–1171, 1988.

_____. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2006.

ENTENDA: por que precisamos de smartphones dobráveis?. Tecmundo, 2019. (6 min.), son., color. Série Entenda. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=B_orczZXPtE. Acesso em: 16 ago. 2023.

FERNANDES, A. C. et al. Academy–industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers. *Science and Public Policy*, v. 37, n. 7, p. 485–498, ago. 2010

FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da Inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2008.

GREENHALGH, C.; ROGERS, M. **Innovation, intellectual property, and economic growth**. Princeton University Press, 2010.

HUANG, X. et al. The landscape of mRNA nanomedicine. **Nature Medicine**, v. 28, n. 11, p. 2273-2287, 2022.

KAMNWAMBA, W; MEALER, B. **The boy who harnessed the wind: Creating currents of electricity and hope**. New York, NY: Harper Perennial, 2010.

KLEVVORICK, A. K. et al. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185–205, 1995

KLINE, S; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: KLINE, S.; R. LANDAU; N. ROSENBERG (eds.). **The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth**. Washington, DC: National Academy Press, 1986.

LAVADO, Thiago. Uber abandona projeto para desenvolver seu próprio carro autônomo. **Exame**. 07 dez. 2020. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/uber-abandona-projeto-para-desenvolver-seu-proprio-carro-autonomo/>. Acesso em: 16 ago. 2023

MARTINS, N. S F, TEIXEIRA, A. L. S; PEREIRA, F. B. Incerteza nos investimentos inovativos: uma discussão neoschumpeteriana e pós- keynesiana. V **Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**, Blucher Engineering Proceedings, v. 8, p. 2012-2030, 2021. Disponível em <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/incerteza-nos-investimentos-inovativos-uma-discusso-neoschumpeteriana-e-ps-keynesiana-36390>. Acesso em: 16 de agosto de 2023

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor - Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. 1ª. ed. São Paulo: Portfolio-Penguim, 2014.

MEGHJI, Shafik. A tecnologia inovadora que alimentou o Império Inca. **BBC News Brasil**, 21 de janeiro de 2022. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tra-59769771>>. Acesso em 15 de agosto de 2023.

NETO, V. J. S.; BONACELLI, M. B. M.; PACHECO, C. A. Política de Inovação na Era do Capitalismo de Plataformas, p. 1146-1151. In: **Anais do IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**. São Paulo: Blucher, 2019. ISSN 2357-7592, DOI 10.5151/iv-enei-2019-6.2-060

OCDE. **Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica**. Tradução da FINEP. 2006. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

PARANHOS, J.; HASENCLEVER, L. Empresa inovadora: teoria, conceitos e métricas. Em: RAPINI, M. S. et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 161-181, 2021

RAPINI, M. S.; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, 2021. Disponível em: <https://cedeplar.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-da-ciencia-tecnologia-e-inovacao-fundamentos-teoricos-e-a-economia-global.pdf>. Acesso em: 16 de agosto de 2023

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: Uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e ciclo econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SCHUMPETER, J. A.. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Ed. UNESP, 2016, 582p.

SOLOW, Robert M. Technical change and the aggregate production function. **The review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.

SZAPIRO, M.; MATOS, M. G. P.; CASSIOLATO, J. E.. Sistemas de inovação e desenvolvimento. Em: RAPINI, M. S. et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 323-349, 2021.

TATSCH, A. L. Processos de aprendizado e capacidades no nível das firmas. Em: RAPINI, M. S. et al. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2. ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 183-204, 2021.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic management journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TIGRE, Paulo. Gestão da inovação: uma abordagem estratégica, organizacional e de gestão de conhecimento. 3a. edição. São Paulo: GEN Atlas, 2019.