



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE ECONOMIA



GUILHERME DA SILVA JENUINO

**A POLÍTICA INDUSTRIAL DE ALEMANHA, CHINA E ESTADOS  
UNIDOS FACE AOS DESAFIOS POSTOS PELA INDÚSTRIA 4.0**

CAMPINAS  
2021

GUILHERME DA SILVA JENUINO

**A POLÍTICA INDUSTRIAL DE ALEMANHA, CHINA E ESTADOS  
UNIDOS FACE AOS DESAFIOS POSTOS PELA INDÚSTRIA 4.0**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Diegues Jr.

CAMPINAS  
2021

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Economia  
Luana Araujo de Lima - CRB 8/9706

J457p Jenuino, Guilherme da Silva, 1998-  
A política industrial de Alemanha, China e Estados Unidos face aos desafios  
postos pela indústria 4.0. / Guilherme da Silva Jenuino. – Campinas, SP : [s.n.],  
2021.

Orientador: Antonio Carlos Diegues.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de  
Campinas, Instituto de Economia.

1. Política industrial. 2. Indústria 4.0. 3. Inovação. 4. Concorrência. 5.  
Desenvolvimento econômico. I. Diegues, Antonio Carlos, 1981-. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

Informações adicionais complementares

**Título em outro idioma:** The industrial policy of Germany, China and United States regarding  
the challenges of the industry 4.0.

**Palavras-chave em inglês:**

Industrial policy

Industry 4.0

Innovation

Competition

Economic development

**Titulação:** Bacharel em Ciências Econômicas

**Banca examinadora:**

Antonio Carlos Diegues [Orientador]

Renato de Castro Garcia

Thiago Noronha Sugimoto

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 19-07-2021

GUILHERME DA SILVA JENUINO

**A Política Industrial de Alemanha, China e Estados Unidos face aos desafios  
postos pela Indústria 4.0.**

Monografia apresentada ao Instituto de  
Economia da Universidade Estadual de  
Campinas como parte dos requisitos  
exigidos para a obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Econômicas.

Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Antônio Carlos Diegues Jr – Presidente da banca  
Universidade Estadual de Campinas.

---

Prof. Dr. Renato de Castro Garcia– Docente convidado  
Universidade Estadual de Campinas

---

Thiago Noronha Sugimoto – Doutorando em Desenvolvimento Econômico.  
Universidade Estadual de Campinas

## DEDICATÓRIA

A meus pais e familiares.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a meus pais, pelo apoio incondicional que me foi dado desde o ensino fundamental para permanecer estudando e buscando a realização de meus sonhos.

Agradeço a meu orientador, Antônio Carlos Diegues, por todo o apoio e suporte prestado durante a redação deste trabalho e durante os esforços de pesquisa e iniciação científica no NEIT.

Agradeço à toda a sociedade brasileira que contribuiu para financiar a Universidade Pública e proporcionar a estrutura necessária que foi essencial para a minha permanência enquanto estudante.

Por fim, agradeço a todos os funcionários e professores do Instituto de Economia, que foram essenciais e me deram suporte e apoio na condução de minha formação como profissional e pessoa.

## RESUMO

JENUINO, Guilherme da Silva. **A Política Industrial de Alemanha, China e Estados Unidos face aos desafios postos pela Indústria 4.0.** Orientador: Antônio Carlos Diegues Jr. 2021. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é analisar, em uma perspectiva comparada, como Alemanha, China e Estados Unidos têm articulado suas políticas industriais, tendo em vista os desafios colocados pela Indústria 4.0. Parte-se da hipótese de que tais políticas devem ser compreendidas de acordo com a trajetória específica de desenvolvimento econômico de cada país, as quais passaram a ter destaque e foram difundidas em âmbito global após a crise financeira de 2008. A partir de uma perspectiva histórico-estruturalista e utilizando-se da metodologia proposta por Andreoni (2016), o trabalho pretende contribuir com o debate acerca da Indústria 4.0, no sentido de delimitar o escopo de atuação de cada país e atribuir qualificações a respeito de seus objetivos específicos. Conclui-se que as políticas industriais dos três países possuem *targets* específicos, estão condicionadas de acordo com ambições geopolíticas e históricas distintas e possuem articulações entre instituições de ensino, empresas e governos de modo a potencializar a acumulação de capital e posicioná-los em uma dimensão superior na dinâmica de concorrência intercapitalista.

**Palavras-chave:** Política Industrial; Indústria 4.0; Inovação; concorrência; desenvolvimento econômico.

## ABSTRACT

JENUINO, Guilherme da Silva. **The Industrial Policy of Germany, China and United States regarding the challenges of the Industry 4.0.** Orientador: Antônio Carlos Diegues Jr. 2021. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

The aim of this course conclusion work is to analyze, in a comparative perspective, how Germany, China and the United States have articulated their industrial policies, regarding the challenges posed by Industry 4.0. The hypothesis is that such policies should be understood according to the specific trajectory of economic development of each country, which became prominent and spread globally after the 2008 financial crisis. From a historical-structuralist perspective and using the methodology proposed by Andreoni (2016), the work intends to contribute to the debate about Industry 4.0, in the sense of delimiting the scope of action of each country and attributing qualifications regarding its specific objectives. It is concluded that the industrial policies of the three countries have specific targets, are conditioned according to distinct geopolitical and historical ambitions and have articulations between educational institutions, companies and governments in order to enhance capital accumulation and in order to put them in one superior dimension in the dynamics of inter-capitalist competition.

**Keywords:** Industrial Policy; Industry 4.0; Innovation; competition; economic development.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>O PRENÚNCIO DE UM NOVO CICLO: CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 APÓS A CRISE DE 2008 E SISTEMATIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS. ....</b>	<b>10</b>
1.1	INTRODUÇÃO .....	10
1.2	A CONFIGURAÇÃO DE NOVOS SISTEMAS DA INDÚSTRIA MANUFATUREIRA APÓS A EMERGÊNCIA DA CRISE DE 2008. ....	11
1.3	SISTEMATIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA MANUFATURA AVANÇADA.....	25
1.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DESDOBRAMENTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA DINÂMICA CONCORRENCIAL E NA DIVISÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO.....	31
<b>2</b>	<b>AS ESPECIFICIDADES DE ALEMANHA, CHINA E ESTADOS UNIDOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: CARACTERIZAÇÃO, OBJETIVOS E PRINCIPAIS ASSOCIAÇÕES. ....</b>	<b>36</b>
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA E CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	38
2.2	PRINCIPAIS MOTIVAÇÕES PARA A CONDUÇÃO DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS.....	48
2.3	O PADRÃO DE CONDUÇÃO DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS COMO REFLEXO DA INTERAÇÃO ENTRE OS <i>GOVERNANCE MODELS</i> E <i>PACKAGES OF MEASURES</i> .....	54
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

## **1 O prenúncio de um novo ciclo: caracterização da Indústria 4.0 após a crise de 2008 e sistematização das principais tecnologias.**

### **1.1 Introdução**

A Indústria 4.0 pode ser considerada como um tema de estudo de “vanguarda” na teoria econômica, dada a relevância de sua participação no debate público e também de seu teor prático, na medida em que está associada à configuração de novas formas de interação entre máquinas e seres humanos (através da transmissão de informações em tempo real).<sup>1</sup>

Como é possível inferir a partir das contribuições de Arbix, et al (2017), o novo conjunto de tecnologias que tem possibilitado atribuir maior dinamicidade e automatização dos processos produtivos (nas cadeias de fornecimento de diversos setores industriais) pode representar uma ruptura em relação ao paradigma da microeletrônica, o qual ditou e gestou as transformações tecnológicas sobretudo a partir de meados da década de 1970.

Tal ruptura não se dá somente na dimensão técnica, isto é, com a inovação e possibilidade de aprimoramento de insumos, capital e dos processos produtivos. Buscar-se-á demonstrar que a Indústria 4.0 está inserida em um padrão de acumulação de capital<sup>2</sup> cada vez mais flexível e que intensifica a concorrência intercapitalista a nível global.

A Indústria, neste âmbito, pode ser avaliada como um setor estratégico para a disseminação de tais tecnologias, na medida em que possui maior grau de

---

<sup>1</sup> O termo tem se difundido não somente pela aderência à nova geração de tecnologias, mas também pela maior facilidade de adequação das pessoas às mudanças nos meios digitais. Além disso, há um esforço crescente de empresas e institutos de pesquisa no sentido de se aprofundarem e permitirem que a Indústria 4.0 seja assimilada no cotidiano dos atores econômicos.

<sup>2</sup> Por acumulação de capital, neste trabalho, entende-se como o processo de apropriação e geração do excedente derivado das atividades explicitamente capitalistas, as quais estão associadas à difusão tecnológica e do progresso técnico, em interpretação similar à proposta por Furtado (1961).

sofisticação tecnológica de seus produtos e serviços, que possibilitam a geração de economias de escala e potencializam as possibilidades de acumulação de capital, em aderência às contribuições de autores seminais como Hamilton (1791) e List (1841).

Neste sentido, a Política Industrial opera como mecanismo central para estimular a Indústria, na medida em que representa um esforço conjunto entre o setor público (principalmente) e o setor privado. Este trabalho utiliza a definição de Política Industrial similar àquela proposta por Suzigan & Furtado (2006), os quais entendem que a PI é ativa, abrangente e está condicionada à uma estratégia mais ampla de desenvolvimento econômico de um país. Nos termos dos autores:

Neste enfoque a PI é ativa e abrangente, direcionada a setores ou atividades industriais indutoras de mudança tecnológica e também ao ambiente econômico e institucional como um todo, que condiciona a evolução das estruturas de empresas e indústrias e da organização institucional, inclusive a formação de um sistema nacional de inovação. Isto determina a competitividade sistêmica da indústria e impulsiona o desenvolvimento econômico. (SUZIGAN, FURTADO, 2006, p. 165).

Dessa forma, pretende-se primeiro capítulo deste trabalho apresentar o panorama histórico de gestão da Indústria 4.0 e sistematizar suas principais tecnologias. Já no segundo capítulo, há um esforço de avaliar de forma específica as Políticas Industriais de Alemanha, China e Estados Unidos, tidos como atores econômicos extremamente relevantes na atual configuração deste processo, o qual tem a crise de 2008 como ponto de inflexão.

## **1.2 A configuração de novos sistemas da indústria manufatureira após a emergência da crise de 2008.**

As últimas quatro décadas têm sido marcadas por profundas transformações no cenário econômico internacional. Estas se estendem da dimensão financeira, com destaque para o significativo avanço do processo de globalização do capital, até a dimensão produtiva, em que se revelam através de processos cada vez mais intensos e disruptivos de mudanças tecnológicas e inovativas.

Neste cenário, em que houve a emergência de um novo paradigma tecno-econômico em meados da década de 1970, podendo ser sintetizado como a “Terceira Revolução Industrial”, presencia-se a predominância da microeletrônica como forma de se produzir e ditar o ritmo de acumulação de capital. Entretanto, a geração e difusão dos frutos do progresso técnico ficaram restritas a um conjunto de países que conseguiu construir capacitações e reorganizar sua estrutura produtiva, de tal modo que foi possível buscar uma inserção virtuosa no comércio internacional, aproveitando-se das janelas de oportunidade de inserção autônoma, nos termos de AREND (2012).

Mesmo que tal processo de difusão dos frutos do progresso técnico advindos das novas técnicas e processos produtivos através da expansão e aprimoramento da microeletrônica tenha sido excepcionalmente heterogêneo, há outra dimensão, um tanto quanto contraditória, que a emergência da Terceira Revolução Industrial revelou.

Ao passo em que se observava o aprofundamento da inserção externa dependente dos países da América Latina, os quais passaram a se especializar ainda mais em produtos de baixa intensidade tecnológica e intensivos em recursos naturais e a ascensão de países do Leste Asiático como novas “plataformas de exportação”, com pautas exportadoras cada vez mais sofisticadas e integradas às Cadeias Globais de Valor, tem-se observado um declínio da participação da indústria no valor adicionado dos países, quase que generalizado:

De acordo com as contribuições de Oreiro & Feijó (2010), a participação da Indústria no valor adicionado dos países apresenta uma tendência de queda, sobretudo a partir do início da década de 1980. Ressalta-se aqui que tal movimento possui suas especificidades em cada caso<sup>3</sup>. Com isto, a desindustrialização, nos termos de Tregenna (2009), não está associada necessariamente a uma “re-primarização da pauta de exportação” (como na América Latina), mas também pode vir acompanhada por um aumento da participação de produtos com maior conteúdo tecnológico e maior valor adicionado na pauta de exportações (como no Leste Asiático).

Ou seja, ao passo que a Indústria, enquanto se firmava como setor responsável pela emergência de tal paradigma e que atribuía dinamismo à geração e distribuição do progresso técnico, passou a ter sua importância, pelo menos em termos de valor adicionado globalmente, reduzida<sup>4</sup>.

Tal processo de redução do valor adicionado da Indústria no total, embora tenha contornos específicos em cada país, nota-se que tal lacuna foi suplantada, nos países desenvolvidos, por um setor de serviços razoavelmente sofisticado, que passou a empregar uma mão-de-obra altamente qualificada e que passou a incorporar a geração e distribuição do progresso técnico a partir da Indústria. Em outra dimensão, nos países subdesenvolvidos, tal participação passou a ser ocupada por um setor de serviços razoavelmente precário, que emprega mão-de-obra de baixa qualificação e possui pouco potencial para a incorporação e geração de progresso técnico.

---

<sup>3</sup> Casos por exemplo como o da China, Coreia do Sul, Índia e Irlanda mostram que a participação da Indústria nestes países apresentou tendência de aumento entre 1980 e 2017, segundo dados levantados pelo trabalho de Morceiro & Tessarin (2019).

<sup>4</sup> Em termos de participação da Indústria no Emprego total, pelo menos até o início dos anos 2000, houve uma tendência de aumento nos países Asiáticos e relativo declínio nos países centrais e na América Latina. Neste sentido, não há uma tendência explicitamente generalizada entre os países, de acordo com as contribuições de Oreiro & Feijó (2010).

Contudo, é importante destacar que tal processo assumiu versões distintas mesmo nos países subdesenvolvidos: o exemplo mais marcante diz respeito justamente à diferença entre os países do Leste Asiático e os da América Latina.

Com o progressivo aumento da participação dos países do Leste Asiático nas exportações globais, com destaque para Coreia do Sul e China, dava-se início a um movimento de transição das atividades produtivas em âmbito global: cada vez mais, muitos ramos e atividades industriais passaram a ser efetivadas nestes países, em detrimento do padrão e hegemonia quase inquestionável da inserção americana, europeia e japonesa no pós-guerra.

Dessa forma, foi possível presenciar um questionamento aos parques manufatureiros dos países centrais por parte dos países do Leste Asiático. Tal processo se caracterizou não só pelo deslocamento de filiais de empresas multinacionais e pela criação de eixos logísticos em tais países, mas sobretudo pela criação de empresas nacionais que passaram a competir em âmbito global no novo paradigma prenunciado da Terceira Revolução Industrial, em especial no setor automobilístico, no complexo de metal-mecânica e nas Tecnologias de Informação.

Para tanto, foi necessário articular esforços de inovação às capacitações sociais<sup>5</sup> desenvolvidas, integrando as atividades produtivas ao paradigma da microeletrônica que se consolidava ao longo dos anos 1970 e início da década de 1980.

Neste contexto mais geral, de queda da participação da Indústria em âmbito global e o questionamento dos parques industriais dos países centrais, associado a expansão sem precedentes da economia Chinesa e Coreana, foi possível sustentar parcialmente tal padrão de acumulação, qual seja, o da geração e distribuição de

---

<sup>5</sup> Utiliza-se a definição de capacitações sociais (*social capabilities*) em aderência à formulação proposta por Abramovitz (1986).

progresso técnico a partir da Indústria, com o paradigma da microeletrônica, com uma rápida expansão do setor de serviços, especialmente nas economias desenvolvidas.

Parcialmente, pois tal associação foi mantida, sobretudo a partir da década de 1990 e meados dos anos 2000, por um cenário de relativa bonança no mercado internacional, com destaque para o avanço da globalização financeira e da configuração de termos de troca favoráveis aos países da periferia, como no caso do Brasil. Dessa forma, com a ampliação dos fluxos de capitais para o financiamento das atividades produtivas (*greenfield*), foi possível sustentar a ampliação e sofisticação da pauta exportadora dos “Tigres Asiáticos”, com o apoio dos Estados Nacionais.

Entretanto, essencialmente a partir da emergência da crise financeira de 2008, nos Estados Unidos, nota-se que muitos países têm tido dificuldade de retomar um ciclo de expansão que seja sustentável. Tal dificuldade se expressa em limitações na expansão no nível de emprego, da renda per capita e também da produtividade. Com isto, a perda de participação da Indústria, neste caso, tem sido alvo de intensos debates em todo o mundo. É certo que tal processo desponta com maior gravidade entre os países emergentes e subdesenvolvidos, mas também se manifesta nos países desenvolvidos.

As contribuições de ARBIX et al (2017) são bastante elucidativas neste sentido:

Diante das alterações de qualidade que marcam a competição global, perdem força as explicações duais que apontam o declínio industrial como resultante do crescimento dos serviços. As fronteiras entre esses domínios tornam-se a cada dia mais nebulosas, dada a intensidade de sua integração. Nessas condições, ganham novas características as polêmicas sobre os processos de desindustrialização, as dificuldades do desenvolvimento das economias, a perda de importância da indústria de transformação e, conseqüentemente, o crescimento dos obstáculos à geração de empregos

de qualidade. Porém, ainda que tenha diminuído sua participação na formação do PIB, a indústria continua sendo essencial para o dinamismo dos sistemas de inovação e o desenvolvimento tecnológico. (ARBIX, et al. 2017, p.29).

A centralidade da indústria para a manutenção do dinamismo dos sistemas de inovação e desenvolvimento tecnológico, nos termos de ARBIX et al (2017), sobretudo a partir de meados dos anos 2000, tem sido reafirmada a partir de um conjunto de iniciativas, ainda que distintas e com articulações específicas, para conduzir a transformações estruturais qualitativas em países que têm tido o objetivo de largar na frente da corrida tecnológica, em um contexto de polarização da atividade manufatureira.

Nota-se, neste sentido, uma tentativa de retomar um crescimento sustentável em outras bases, quais sejam: i) da promoção, criação e implementação de Políticas Industriais, ii) de empurrar a fronteira tecnológica, especialmente por parte dos países centrais e iii) do adensamento das cadeias produtivas, com o fortalecimento dos *linkages* entre a Indústria e os demais setores da economia, nos termos de Hirschman (1958).

Tal perspectiva, considerando o marco da crise de 2008 e a trajetória mais ampla de desindustrialização, é bastante clara nos termos postos pelo trabalho de Andreoni (2016):

In this respect the global financial crisis has been accelerating ongoing structural trends, e.g., in terms of redistribution and polarization of manufacturing production across countries and regions. Deindustrialization (the loss of strategic manufacturing industries), increasing trade imbalances, and decreasing technological dynamism

have all been major concerns in advanced industrial economies.

(ANDREONI, 2016, p. 245).

Em termos mais gerais, a necessidade de empurrar a fronteira tecnológica por parte dos países centrais (que neste trabalho serão contemplados com os estudos acerca dos Estados Unidos e da Alemanha) está atrelada não apenas à questão de retomar um padrão de crescimento sustentável pós-crise de 2008, mas também como uma resposta à significativa expansão da zona de influência da economia chinesa em âmbito global.

No caso alemão, trata-se de reforçar a liderança das empresas alemãs no mercado europeu, sobretudo nos setores de química, metal-mecânica, do complexo automobilístico e de produtos e componentes que envolvem o desenvolvimento e a utilização de técnicas de engenharia sofisticada.

No caso estadunidense, trata-se de reposicionar sua hegemonia em termos não só econômicos, com destaque para técnicas de Reshoring (que pode ser definido como o processo de retorno da produção e manufatura dos bens de uma companhia para seu país de origem) e o fortalecimento de empresas nacionais, mas também em termos geopolíticos, com destaque para a manutenção de elevados investimentos em armamentos e P&D no complexo militar.

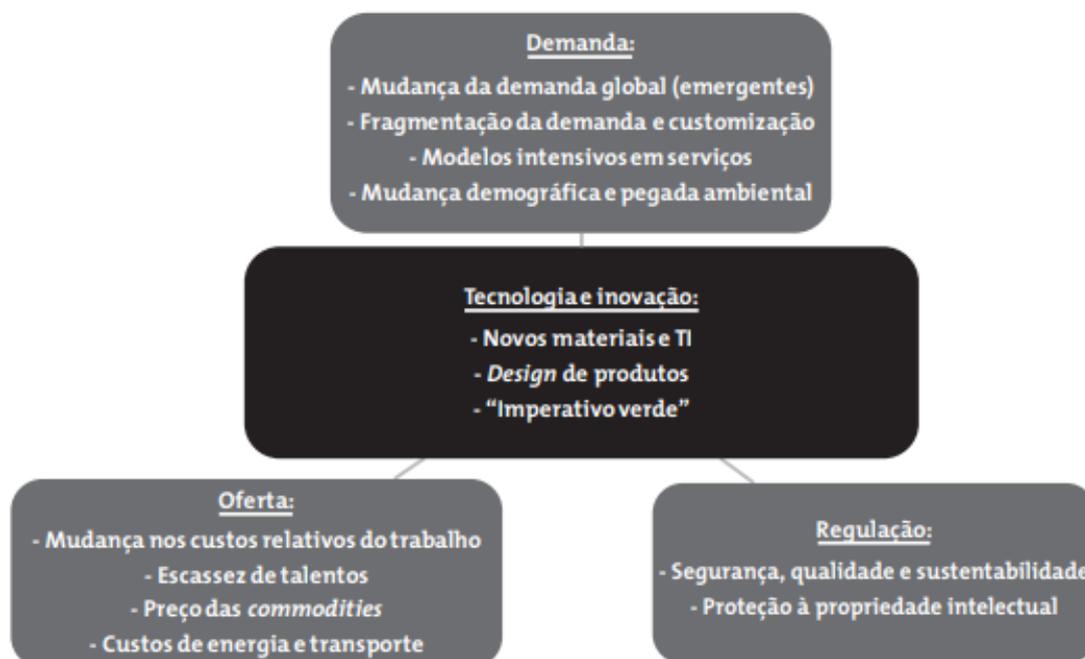
Neste sentido, não se trata apenas de se observar a redução da participação da Indústria em detrimento da expansão do setor de serviços, mas de reconhecer que há um movimento consciente por parte dos países, os quais possuem motivações específicas, muitas vezes atreladas à trajetória anteriormente estipulada de desenvolvimento (*path dependence*). Entre as diversas articulações, destaca-se a formulação e implementação de Políticas Industriais orientadas para o

desenvolvimento, revitalização e aprimoramento do parque produtivo Industrial, em especial nestes países centrais e também na China.

O que distingue, entretanto, tais esforços inovativos e específicos mais recentes para a retomada da primazia industrial em relação àqueles postos em meados da década de 1970, com a emergência da “Terceira Revolução Industrial”?

Além dos propósitos específicos de cada país que têm condicionado o desenvolvimento da Manufatura Avançada, há outras dimensões estruturais que têm influenciado e corroboram para moldar o futuro da Indústria 4.0, a saber: a Demanda, Tecnologia e Inovação, Oferta e Regulação (em termos mais específicos, o Ambiente Institucional). A figura a seguir sintetiza e delimita os principais fatores que constituem tais dimensões, em aderência às mudanças qualitativas mais importantes que podem ser captadas em âmbito global:

Figura 1 - Fatores que influenciam o futuro da Manufatura Avançada



A partir da *Figura 1*, é possível inferir que há uma série de componentes que têm operado como fatores centrais na definição e sustentação de um novo padrão de concorrência intercapitalista, agora baseado em uma automatização cada vez maior dos processos, com foco na Tecnologia da Informação (TI).

Ressalta-se aqui a importância do papel desempenhado por países do Leste Asiático na constituição de estruturas de demanda cada vez mais customizadas e integradas às Cadeias Globais de Valor.

Ainda, tais países têm desempenhado um papel relevante na composição de estruturas de oferta, as quais tendem a ser associadas a custos de produção relativamente baixos e que possuem uma infraestrutura pública que incentiva as atividades inovativas. Como exemplo, é possível citar os casos da China, Coreia do Sul e também da Índia (mesmo que haja especificidades em cada caso). Neste trabalho, entretanto, tratar-se-á especificamente do caso Chinês (com relação aos países do Leste Asiático), como um *case* de sucesso mais recente de internacionalização produtiva e que expressa o conflito de interesses para se despontar na fronteira tecnológica mais recente.

Ademais, nos países centrais, com destaque, neste trabalho, para os casos da Alemanha e também dos Estados Unidos, presencia-se um esforço no sentido de manter e até mesmo reforçar a posição de referência que possuem no mercado internacional em termos de inovação e de eficiência nos processos produtivos. Tal referência está atrelada à uma estratégia anteriormente construída, ao passo que esta mesma tende a ditar os próximos rumos e diretrizes da formulação de Políticas Industriais, tidas aqui, como a principal ferramenta para atribuir dinamicidade e reforçar as capacitações e incentivos previamente desenvolvidos por tais países.

Para que se possa entender a amplitude do debate acerca do surgimento da Indústria 4.0 e da relevância (ou não) das Políticas Industriais, é essencial apontar que há outros posicionamentos, inclusive do *mainstream*, e que diverge em relação às perspectivas já mencionadas.

Além disso, há uma leitura importante, e que sobressai em grande parte na literatura mais tradicional, que considera que a emergência da Indústria 4.0 está associada a ideia de que o avanço tecnológico ocorre exogenamente aos países, nos termos de MGI (2012). Em outras palavras, haveria um “bazar” de tecnologias, nos termos de Sinn (2006), que poderia ser aproveitado pelas empresas, institutos e pelos países de maneira mais ampla, de tal forma a incorporá-las a seus processos produtivos, a qual deveria ocorrer de maneira horizontal entre os setores.

Nesta perspectiva, a política industrial não teria importância significativa, na medida em que tenderia a distorcer os preços relativos entre os setores e desincentivaria a alocação mais eficiente de recursos dos países. Ou seja, todo o esforço por parte dos Estados Nacionais, em construir Sistemas de Inovação, nos termos de Mazzucato (2014), tão pouco teria impactos positivos para a utilização e incorporação das novas tecnologias que estariam em emergência.

Tal leitura está associada ao paradigma neoclássico de Vantagens Comparativas. Dessa forma, para que os países possam se beneficiar dos frutos do progresso técnico, advindos de um processo exógeno de geração de tecnologias inovadoras, devem alocar seus recursos em setores em que possuem maior produtividade e abundância de recursos. Sendo assim, seria possível conciliar a incorporação deste “bazar” de tecnologias a uma estrutura favorável de custos, o que facilitaria a inserção no comércio internacional e nas Cadeias Globais de Valor.

É importante destacar que tal posição não atribui historicidade ao processo de consolidação e transição de tais tecnologias e se limita a analisá-las apenas a partir do ponto de vista teórico. Ainda, não considera os reais esforços dos países para a manutenção de suas posições em um padrão de concorrência global que tem se mostrado cada vez mais acirrado.

Em uma outra perspectiva, que está em aderência às linhas de argumentação aqui expressas, essencialmente a partir das contribuições de Andreoni (2016), Arbix et al (2017) e Daudt & Willcox (2016), refletem um posicionamento histórico-estrutural dentro do debate mais geral a respeito da Manufatura Avançada, ou Indústria 4.0. Isto é, tais autores se distanciam do fundamento de que há uma perspectiva natural de geração do progresso técnico.

Tal posicionamento considera que a ascensão da Manufatura Avançada em âmbito global é fruto de um processo consciente e planejado de elaboração e implementação de Políticas Industriais, associadas a um processo mais amplo de reafirmação da concorrência intercapitalista em âmbito global, em especial após a crise de 2008, com a dificuldade de retomada do crescimento econômico nos países centrais.

Sendo assim, a Indústria, que teve sua posição de destaque relegada ao setor de serviços ao longo dos anos 1980 e 1990, passou a ser vista novamente como um setor estratégico para a aceleração do crescimento, em termos de renda, nível de emprego e produtividade. Para que seja possível implementar tais Políticas Industriais, e que são centrais para se entender a corrida em torno da disputa tecnológica, os autores destacam as diversas articulações entre Estados Nacionais, Instituições públicas e privadas de ensino, o desenvolvimento de plataformas digitais

integradas para o compartilhamento de informações, as empresas, e até mesmo o sistema financeiro.

Para caracterizar os desdobramentos e articulações ao longo deste processo de transição para a Indústria 4.0 e acirramento da competição global, e que ficarão mais claros com o estudo específico de cada país (Alemanha, China e Estados Unidos), sob uma perspectiva Neoschumpeteriana, é fundamental destacar que tal movimento tem sua origem nos esforços empreendidos pela Alemanha logo em meados da década de 2000, com a criação do programa *Industrie 4.0*.

Em aderência às contribuições de Diegues & Roselino (2019), entende-se que tal reação, que buscava desenvolver um ambiente institucional e produtivo para incentivar a inovação e manter as capacitações sociais e tecnológicas alemãs, com o objetivo de reforçar a posição de destaque de suas empresas em setores como o de metal-mecânica, químico e de tecnologia de manufaturas, é reflexo da crescente ameaça da economia chinesa.

No caso chinês, destaca-se a transição da imagem do país como um “celeiro” da indústria de baixo valor agregado, com baixa qualificação da mão de obra e pouco remunerada, para um país que investe pesadamente em P&D (cerca de 2,05% do PIB em 2014) e que possui atualmente cerca de 25% do parque industrial global em 2019, superando o estadunidense em cerca de 10 p.p e o alemão em mais de 17 p.p, segundo o estudo de Morceiro & Tessarin (2019).

Ademais, como principal programa que articula as diretrizes do desenvolvimento industrial chinês, tem-se o Made in China 2025 (Mic 2025), que pode ser comparado ao *The National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)* no caso estadunidense e à *Industrie 4.0* no caso alemão. Como ressalta Arbix, et al. (2017), a China quer, planeja e se prepara para construir uma economia puxada pela inovação.

Os incentivos designados pelo programa buscam contemplar essencialmente uma estratégia agressiva de inserção externa por parte das empresas chinesas, principalmente pela aquisição de empresas estrangeiras, tanto para a expansão quanto para a absorção de tecnologias críticas (sobretudo pela utilização de técnicas de engenharia reversa).

Destaca-se também um esforço no sentido de competir não somente com os países centrais, mas também de enfrentar a concorrência dos novos “Tigres Asiáticos”, que podem ser sistematizados por países como Filipinas, Indonésia, Malásia, Tailândia e Vietnã. Nestes países, há uma concorrência extremamente acirrada em termos de baixos custos do trabalho. Abre-se a possibilidade, dessa forma, para um possível enfrentamento em setores em que os chineses já estabeleceram certa preponderância em termos globais, que são justamente aqueles com valor agregado relativamente mais baixo<sup>6</sup>.

Tendo como base tal cenário mais amplo de forte expansão da economia chinesa ao longo dos anos 2000, com uma estratégia agressiva por parte das empresas chinesas e em um ambiente de expansão da influência geopolítica do país, observou-se também uma forte reação por parte da economia estadunidense.

Os Estados Unidos, que já tinham perdido parte de sua pujança industrial ao longo do final do século XX, com o avanço principalmente da economia japonesa, viram a necessidade de formular um programa de expansão e de fortalecimento de suas empresas, também como uma medida para retomar o crescimento econômico após a crise de 2008.

---

<sup>6</sup> Não se trata, neste caso, de considerar que a perda da China em termos de participação em setores de menor valor agregado seja menos importante do que sua busca por ampliar a participação em setores de maior valor agregado e que envolvem mais intensidade em P&D. Deve-se encarar os dois processos em termos mais amplos de reposicionamento da economia chinesa frente às iniciativas de Alemanha e Estados Unidos e do avanço dos novos “Tigres Asiáticos” no mercado internacional.

Tal esforço tem como principal medida a formulação do NNMI, em 2012, no governo de Barack Obama. Trata-se de um conjunto de instrumentos para fortalecer a Demanda Efetiva, principalmente por meio do gasto público, na parte de Defesa (Complexo Militar, Aeronáutico e Marinho), além da Saúde. Ou seja, formulou-se um esforço interno para tentar garantir a expansão da empresas norte-americanas, que também passaram a contar com uma plataforma integrada e digital para o compartilhamento de conhecimento e que pudesse incentivar atividades de inovação.

A base empresarial estadunidense que tem se beneficiado de tais esforços centra-se principalmente em empresas como GE, Boeing, Lockheed Martin, IBM, Honeywell, Microsoft, Apple, Google, entre muitas outras.

No caso alemão, que representa a gênese do fortalecimento das articulações dos Estados Nacionais, institutos de pesquisa e empresas públicas e privadas, há uma clara orientação para a retomada do mercado externo como fonte de Demanda Efetiva, sobretudo dentro do próprio continente europeu. Em termos de áreas de atuação e de prioridade das Políticas Industriais, tem-se como base os setores energéticos, com destaque para um conjunto de direcionamentos para fornecer uma transição para as energias “limpas” e de redução da emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o setor de saúde, de mobilidade, segurança e de telecomunicações. A base empresarial alemã que tem se beneficiado de tais esforços centra-se principalmente em empresas como Siemens, VW, Kuka, Bosch, Bayer, Volkswagen, Allianz, entre muitas outras.

### 1.3 Sistematização das principais tecnologias da Manufatura Avançada

Em termos mais gerais, denomina-se como “Manufatura Avançada” ou “Indústria 4.0” o conjunto de políticas visando a retomada da primazia industrial em um ambiente de acirrada concorrência global, nos termos de DAUDT & WILLCOX (2016).

Também de acordo com as contribuições destes autores, os esforços mais recentes teriam como elementos fundamentais a fusão do mundo real com o mundo virtual, a utilização de sistemas “cyber físicos” (com foco no desenvolvimento de unidades de produção com representação virtual, as quais permitiriam maiores níveis de automação), a flexibilidade da cadeia produtiva com informação disponível em tempo real para toda a cadeia de fornecimento (*Supply Chain*) e com as redes de clientes e potenciais consumidores.

Em outros termos, observa-se uma projeção dos Sistemas de Informação (SI) como grandes propulsores e que possivelmente contribuirão com mudanças disruptivas para a convergência de diversas tecnologias, cada vez mais adaptadas e integradas às máquinas, equipamentos e processos produtivos.

Tal projeção, associada a um contexto geopolítico e econômico global específico, pode sinalizar um prisma de transição da “Terceira Revolução Industrial” para um novo paradigma tecno-econômico, o qual prenuncia um novo padrão de interação entre homens, máquinas e a inteligência artificial, estimulando novos padrões de competitividade que se estendem pelas Cadeias Globais de Valor e que podem alterar de forma substancial os padrões de concorrência intercapitalista em uma dimensão jamais vista.

Na perspectiva de Arbix et al (2017), a Manufatura Avançada não necessariamente existe por conta do acirrado contexto de competição intercapitalista, mas é parte dele e também o intensifica.

Para estes autores, a dimensão essencial da Indústria 4.0 está na forma pela qual os processos produtivos tendem a se organizar, com um enfoque especial para a questão da eficiência de utilização dos insumos produtivos:

Em um sentido amplo, a manufatura herdeira do século xx consiste na fabricação e montagem de produtos via processos lineares. Na manufatura avançada, os novos materiais deixariam de ser somente insumos e passam a ser parte integrante dos processos de fabricação, pois ao serem conectados passariam a ser emissores e recipientes de dados; as fronteiras entre fabricação e montagem tendem a desaparecer graças aos processos de automação; e os processos de reaproveitamento de rejeitos industriais apontam para uma nova dimensão da reciclagem, prolongando o ciclo de vida dos produtos, em um sentido mais amplo do que as preocupações ecológicas ou ambientais. (ARBIX, et al. 2017, p.34).

Em termos mais específicos, a Manufatura Avançada envolve um conjunto de segmentos e aplicações industriais, que se estendem desde a indústria extrativa, com destaque para soluções que podem potencializar a produtividade e aumentar a eficiência de processos produtivos, até as atividades que são intensivas em conhecimento e baseadas em ciência, em que há o destaque para a diferenciação de produtos e que opera como importante ferramenta no processo de concorrência intercapitalista.

De acordo com Lucena & Roselino (2019), as tecnologias que estão atreladas à Indústria 4.0 respondem a todo um sistema tecnológico estruturado. Tal sistema tecnológico é composto por tecnologias que se associam e que têm como base tecnologias de captação de dados e que alimentam dispositivos de processamento, os quais interagem com as informações capturadas. Para os autores, as tecnologias motrizes que caracterizam a Indústria 4.0 podem ser expressas pelo *Big Data* (os

quais dão origem aos sistemas “cyber físicos”), a Internet das Coisas (IC), a robótica e a Inteligência Artificial (IA).

Como elemento mais central e que está no topo da hierarquia dos produtos neste cenário, tem-se os mecanismos que garantem a Segurança da Informação e aqueles atrelados à Computação em Nuvem (*Cloud Computing*). Neste ramo, destaca-se o desenvolvimento de capacitações sociais e de *Machine Learning*, que associadas à equipamentos de Hardware cada vez mais poderosos e eficientes, são capazes de processar, transmitir e garantir a integridade dos dados de maneira praticamente completa e sem interrupções nos processos. Como exemplo, tem-se os sistemas de criptografia digital de dados, plataformas de reconhecimento facial e digital, além de mecanismos que permitem a robôs identificarem e preverem ações humanas para assegurar em confiabilidade de informações.

Como elementos estruturantes, mas não menos importantes, tem-se o desenvolvimento de Sistemas Integrados, que estão cada vez mais conectados à Internet e são capazes de gerar resultados e transmitir as informações ao longo de todo o processo produtivo de determinado bem ou serviço. Tais sistemas são capazes de otimizar as rotinas e diretrizes operacionais das empresas, através de uma rede de objetos físicos que é capaz de coletar e transmitir dados. Em outras palavras, tal tendência está associada ao conceito de IC, que para Shrouf *et al* (2014), compõe um elemento fundamental na criação das *smart factories*, que são caracterizadas por trazer maior proximidade entre o cliente final e a esfera produtiva.

Ainda, através da utilização de grandes bases de dados (*Big Data*), que aumentam o montante de informações disponíveis e direcionam o fluxo de dados, e com a possibilidade de se realizar simulações em tempo real e com realidade aumentada, tem sido possível desenvolver robôs autônomos, nano materiais e

processos de biomanufatura, novos materiais (inclusive compósitos e mais leves, semicondutores, fotônica, entre muitos outros derivados e que possuem aplicações específicas conforme as necessidades de aplicação e customização industrial).

Com a utilização de bases integradas de dados e com a conectividade de diversos dispositivos que interagem em rede, tem sido possível criar sistemas computacionais colaborativos, com o acesso e processamento dos dados, a depender da estratégia e dos objetivos das empresas e instituições. Nos termos de Xu *et al* (2018), tem sido possível desenvolver sistemas de produção totalmente inteligentes. Em outras palavras, tais sistemas podem ser caracterizados como “cyber físicos”.

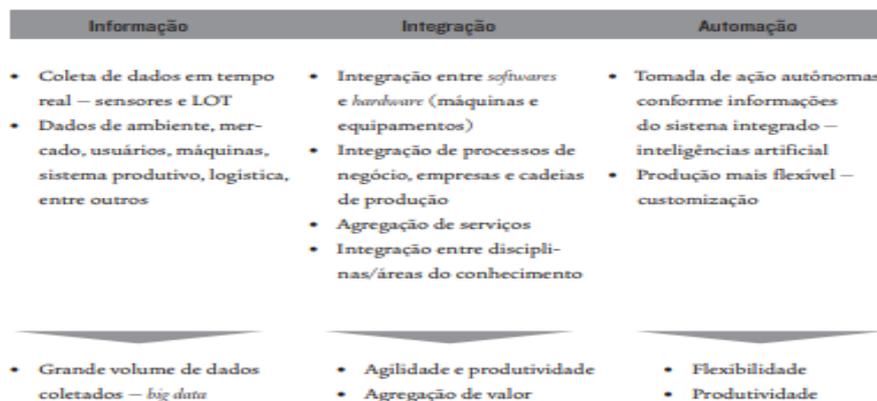
De forma a sistematizar e caracterizar as principais tecnologias descritas, é importante destacar que elas fazem parte de motores essenciais, nos termos de Arbix *et al* (2017) que tem impulsionado a expansão e difusão da Manufatura Avançada ao redor do globo. Segundo os autores, as dimensões essenciais que devem ser compreendidas são: Informação, Integração e Automação.

Ou seja, através da Informação, sobretudo com a coleta e processamento de dados, é que se tem dado o suporte necessário para a Integração dos vários processos produtivos. Tal integração envolve diversas áreas do conhecimento e se associam ao desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos.

Dessa forma, há fortes estímulos ao aumento da produtividade e que reforçam o processo de Automação industrial, a qual tende a customizar e flexibilizar o processo produtivo, principalmente com o desenvolvimento dos Sistemas Integrados.

Tal associação pode ser melhor visualizada a partir da Figura 2:

Figura 2 – Motores essenciais da Manufatura Avançada



Fonte: ARBIX et al (2017)

Para complementar a discussão a respeito da caracterização das tecnologias que integram a Indústria 4.0, convém destacar as contribuições seminais de Schwab (2016).

Para o autor, os impulsionadores da Manufatura Avançada podem ser avaliados em três categorias: (i) Categoria Física, (ii) Categoria Digital e (iii) Categoria Biológica. Nesta perspectiva, o que as difere diz respeito a natureza tangível das tecnologias.

Na Categoria Física, temos os casos mais tangíveis. Para Schwab (2016), as principais tecnologias que integram esta primeira Categoria são os veículos autônomos (com destaque para os *drones* e veículos submersíveis), a impressão em 3D (com destaque para a elaboração de nano fragmentos até para construções mais complexas), a robótica avançada (com destaque para a evolução de sensores e da integração entre o ser humano e as máquinas) e os novos materiais (com destaque para o desenvolvimento de polímeros sustentáveis e a elaboração de resíduos plásticos que podem ser integrados à economia circular).

Com relação à Categoria Digital, esta pode ser associada à Categoria Física por meio da Internet das Coisas, com destaque para a criação de plataformas tecnológicas, a disseminação da utilização do monitoramento remoto e para a criação de protocolos digitais de autenticação (com destaque para o *Blockchain*).

Segundo Schwab (2016), as plataformas tecnológicas tendem a configurar uma economia sob demanda, a qual permitirá um controle maior das empresas sobre a utilização dos insumos produtivos. Ainda, em um caso mais excepcional, seria possível reduzir os custos de transação e fricção, na medida em que cada transação passaria a ser dividida em incrementos muito pequenos, gerando ganhos econômicos para todas as partes envolvidas.

Por fim, com relação a Categoria Biológica, o autor destaca a importância dos avanços na área da genética (com destaque para a possibilidade de edição de genes), os avanços na área da biologia sintética (com destaque para a criação de organismos personalizados)<sup>7</sup> e também os avanços mais recentes na área de engenharia genética (com destaque para novos métodos de pesquisa e tratamento de doenças mais complexas).

É importante destacar que há uma associação estreita entre a Categoria Biológica e a Categoria Física pela utilização da impressão em 3D. Neste campo, destaca-se a produção e regeneração de tecidos vivos. Em outros termos, tem-se o desenvolvimento do processo denominado de bioimpressão tridimensional.

Embora exista um cenário de otimismo quase generalizado em torno das possibilidades de inovações que podem ser gestadas a partir da utilização das diversas tecnologias descritas, Schwab (2016) aponta uma ressalva fundamental:

Acredito que os maiores desafios em relação ao desenvolvimento de normas sociais e regulamentações adequadas estão no domínio biológico. Teremos de lidar com novas questões em torno do significado de sermos seres humanos, sobre quais dados a respeito

---

<sup>7</sup> Schwab (2016) destaca que os organismos personalizados terão impactos profundos na agricultura e também na indústria. Dessa forma, poderão gerar externalidades positivas, para além da medicina.

de nossos corpos e saúde podem ou devem ser compartilhados [...] Os desafios sociais, médicos, éticos e psicológicos que representam são consideráveis e precisam ser resolvidos, ou no mínimo, devidamente abordados. (SCHWAB, 2016, p. 34).

Neste sentido, de acordo com o autor, é importante que haja mecanismos de coordenação (com destaque para normas e regulamentações) das atividades inovativas, com o intuito de assegurar os aspectos éticos que regem as atividades científicas em âmbito internacional.

Dessa forma, a atuação conjunta de instituições multilaterais na comunidade científica global pode ter um impacto significativo e promover o desenvolvimento tecnológico, condicionado às demandas éticas e humanas que são essenciais de serem abordadas neste curso mais amplo de transformações tanto técnicas quanto de processos produtivos que têm sido gestadas.

#### **1.4 Considerações sobre os desdobramentos da Indústria 4.0 na dinâmica concorrencial e na divisão internacional do trabalho.**

Como desdobramentos posteriores, dentro do escopo de estudo deste trabalho, ressalta-se a intensificação do processo de concorrência intercapitalista, com a transferência ou mesmo apropriação de tecnologias e de procedimentos industriais por parte dos países asiáticos (ainda que aqui só tenha se destacado a China). Com tal possibilidade, haveria uma tendência de centralização dos capitais nesta dimensão geográfica.

Em termos de posicionamento mais amplo das Cadeias Globais de Valor, poderia sinalizar uma transição destes países enquanto montadores e fabricantes de produtos com baixa intensidade tecnológica para setores com mais intensidade tecnológica e mais integrados às atividades de P&D, tendo a China como país central no processo de acumulação de capital.

A centralidade da China também envolve o processo de fortalecimento de seu sistema financeiro, que pode ser crucial para garantir recursos para as atividades produtivas (com destaque para a ampliação do financiamento público) e para a fusão e aquisição de empresas estrangeiras, quanto pelos programas estatais de sustentação da demanda agregada e de estímulos à inovação, que serão melhor detalhados no Capítulo 2.

Nesta perspectiva, o papel de países como Alemanha e Estados Unidos ficaria mais restrito às atividades em que já se tenha desenvolvido capacitações sociais o suficiente para manter a hegemonia em setores historicamente associados à estes países, como os de telecomunicações, metal-mecânica e química. Como já mencionado com o caso chinês, outra dificuldade será a de concorrer com o diferencial de custos com os países do Leste Asiático. Ainda que estes tenham elevado a massa salarial a partir da década de 2010, em geral são mais competitivos que muitas empresas Alemãs e estadunidenses.

É preciso acompanhar a evolução das tendências mais específicas deste processo de afirmação e consolidação da Indústria 4.0 a fim de tecer contribuições mais assertivas acerca do futuro dos processos de geração e de apropriação dos frutos do progresso técnico. Entretanto, é muito provável que a geração de valor ao longo das cadeias produtivas tenderá a se concentrar cada vez mais nas atividades de P&D, Marketing e Design dos produtos e se retirar das atividades de Montagem, fabricação, logística e transportes.

Neste sentido, o processo de centralização de capital exigirá dos países um conjunto de iniciativas capazes de concorrer em âmbito global. De fato, a mera alocação de recursos considerando a Vantagem Comparativa das nações não será condição suficiente para garantir uma inserção virtuosa no comércio internacional.

Considerando este cenário, o avanço da Indústria 4.0, atrelada a um processo de acirramento da concorrência intercapitalista, trará uma tendência de *reshoring* das atividades produtivas ou de *offshoring* (com destaque para a intensificação da integração às Cadeias Globais de Valor)?

De acordo com Buttolo (2020), não é possível atribuir uma perspectiva simplista de qualificar este processo somente em termos de *reshoring versus offshoring*. De fato, a introdução de tecnologias digitais pode promover incentivos tanto a um direcionamento quanto ao outro, a depender da integração regional das Cadeias Globais de Valor.

Como foi destacado, há um movimento de integração de países do Leste Asiático no comércio internacional via especialização em setores de Alta Intensidade tecnológica. Isto, porém, de acordo com a visão de Buttolo (2020), não necessariamente implica em uma trajetória de *reshoring* dos países centrais para restaurar a competitividade de seus parques industriais.

Ou seja, pode ser que haja uma estratégia de integração via *offshoring*, mas com a manutenção das atividades que agregam mais valor condicionadas às diretrizes das matrizes de grandes empresas ou mesmo de articulações com o setor público. Nos termos de Buttolo (2020):

As new digital technologies do not create new value chain arrangements per se, but are integrated into existing structures that depend on a great variety of factors, future research needs to discern empirically how the application of technologies affects location decisions. (BUTTOLO, 2020, p.14).

Ainda, conforme destaca o autor, em termos de organização da produção, a tendência de automatização cada vez mais intensa dos processos produtivos,

associada a uma integração digital das cadeias de fornecimento, não necessariamente requer que haja uma integração física para que seja possível garantir a eficiência alocativa dos recursos.

Ou seja, não é possível inferir que tal processo induzirá, necessariamente, a arranjos intra-regionais das cadeias produtivas, pelo fato de possuírem vantagens comparativas de proximidade, em uma perspectiva associada à tradição Ricardiana do comércio internacional, que pode ser visualizada pelo trabalho de Brun, *et al.* (2019).

Nesta perspectiva, para Buttolo (2020), as perspectivas de *reshoring* devem ser consideradas para certos arranjos produtivos, a depender das características setoriais e das possibilidades de interação entre investimentos produtivos e a formação de preços das empresas:

Prospects for re- or near-shoring through automation are more relevant for certain niche-product categories in which sales prices matter less (return on investment thus becoming feasible) and for which a quick reaction to market demand is paramount. [...] In a general sense, reshoring therefore ought to be regarded as an option for manufacturers that can be explored for certain product categories rather than a general trend that affects essentially all manufacturing activities regardless of product types and price category. (BUTTOLO, 2020, p.8).

Em uma outra visão, que pode ser bem expressa pelo trabalho de Brun, *et al.* (2019), os autores destacam que há uma tendência clara de intensificação da regionalização das cadeias produtivas, principalmente pela atuação dos principais players líderes no mercado global, que tendem a consolidar suas cadeias de

suprimento e aglutinam poucos fornecedores, mas que tendem a serem muito capazes e especializados no fornecimento de matérias-primas.

Segundo Brun, *et al.* (2019), a maior especialização e resiliência dos fornecedores, associada a uma crescente substituição de mão-de-obra por máquinas e processos digitais nos processos produtivos, tem contribuído para o aumento da eficiência alocativa de recursos em todas as operações das cadeias de fornecimento:

Supply chain digitization affects all stages of the value chain because it reduces transaction costs for both internal and external business operations. [...] Internal production processes are made more efficient by digitally enabled automation of factory operations (that is, continuous processing) and manufacturing technologies that permit production closer to consumption (BRUN, *et al.*, 2019, p.15).

Sendo assim, os direcionamentos dos fluxos de capitais tenderão a seguir para os arranjos regionais em que os diferenciais de custos sejam mais atrativos. Tal perspectiva de eficiência alocativa de recursos também deve considerar o processo de emergência das *new digital economy firms*, as quais tenderão a se posicionar de modo a capturar posições de mercado de produtores já consolidados, como por exemplo no setor automobilístico.

Dessa forma, segundo Brun, *et al.* (2019), as possibilidades de *reshoring* devem ser avaliadas pelas empresas já consolidadas, tanto em termos de eficiência alocativa de custos (a depender das especificidades setoriais e das cadeias de fornecimento), quanto pelas tendências de inovação e de automação por parte de empresas ingressantes nos mercados.

Neste sentido, não haveria muitas barreiras à entrada de novos competidores, principalmente pelo fato de os autores adotarem uma concepção de plena mobilidade de capitais:

Capturing economic value is a dynamic process which ultimately is subject to the profitability of the bundle of activities performed by the companies in a region, relative to other regions. When value chain activities are no longer profitable, or less profitable than in other regions, they either shift to other regions or are shed entirely from the value chain. (BRUN, *et al.*, 2019, p.22-23).

Mesmo que haja uma tendência mais explícita de *reshoring* ou mesmo de fragmentação da produção, a evidência histórica nos mostra até o momento os potenciais disruptivos das transformações tecnológicas em curso, tanto em termos de possíveis redefinições na divisão internacional do trabalho, quanto em termos de posicionamento mais amplo de empresas e países no mercado internacional.

Os esforços mais recentes, neste sentido, revelam a importância da coordenação entre o setor privado, os Estados Nacionais e as instituições de pesquisa. Como casos que ilustram e que definem a gestação da Indústria 4.0, as especificidades de Alemanha, China e Estados Unidos em torno destas interações serão detalhadas no próximo capítulo.

## **2 As especificidades de Alemanha, China e Estados Unidos no contexto da Indústria 4.0: caracterização, objetivos e principais associações.**

A partir do Capítulo 1 foi possível desenvolver um panorama mais amplo de reflexão a respeito do surgimento da Indústria 4.0, como este processo foi se consolidando e de que forma as principais tecnologias habilitadoras se associam para redesenhar um novo padrão de acumulação de capital, o qual se mostra cada vez mais sofisticado, dinâmico e flexível, nos termos de Arbix *et al* (2017).

Em certo sentido, destacou-se também algumas particularidades dos três países centrais nesta disputa intercapitalista, marcada pelo intenso processo de inovação e de utilização de sistemas ciber-físicos, quais sejam: Alemanha, China e Estados Unidos.

Para que se possa entender a Indústria 4.0 e seu movimento mais recente, faz-se necessário também aprofundar a discussão a respeito dos principais objetivos destes países e identificar e associar suas tecnologias habilitadoras às principais diretrizes de Política Industrial estipuladas, tendo por base a Metodologia utilizada no trabalho de Andreoni (2016).

Dessa forma, pretende-se compreender não somente o movimento isolado de cada país, mas também os desdobramentos entre eles e seus possíveis impactos na organização da produção em termos globais, os quais foram brevemente sinalizados no Capítulo anterior.

É importante destacar que a escolha dos países (Alemanha, China e Estados Unidos) foi feita tendo em vista o papel de destaque ocupado por tais economias em âmbito global.

A Alemanha, por ser um país que historicamente construiu e estabeleceu um dos parques industriais mais sofisticados do globo e que tem um posicionamento ímpar nas Cadeias Globais de Valor, operando como importante vetor das transformações tecnológicas tendo em vista a atuação estratégica de suas empresas multinacionais.

A China, por ser um país que nos últimos 50 anos planejou, operacionalizou e executou um projeto de Desenvolvimento Econômico singular, projetando-o como principal *player* em termos de valor adicionado industrial, segundo Morceiro & Tessarin (2019). Além disso, por ser o país que rivaliza diretamente em termos

geopolíticos com a hegemonia norte-americana, sendo central na determinação da dinâmica de acumulação de capital.

Os Estados Unidos, pelo fato de terem gestado e consolidado uma hegemonia em termos financeiros, culturais e geopolíticos. Além disso, é um país tido como referência para diversos estudos de Economia Internacional e de Economia Industrial pois é o principal importador de bens e serviços a nível global. Ainda, por conter importantes grupos empresariais, universitários e de inovação, os quais são centrais para entender o movimento de expansão da Indústria 4.0, explicitado no capítulo anterior.

## **2.1 Contextualização histórica e características gerais**

Tendo em vista o país que busca assumir a liderança na disputa tecnológica que caracteriza o movimento mais amplo de articulação de Políticas Industriais no âmbito da Indústria 4.0, é extremamente relevante entender as especificidades do caso chinês. Como ressaltam Diegues & Roselino (2021), as articulações de Políticas Industriais na China estão inseridas em um contexto mais amplo da estratégia de desenvolvimento chinesa, a qual não se restringe especificamente à dimensão produtiva, e conseqüentemente da Indústria 4.0.

Há, neste sentido, uma coevolução entre as transformações nas Políticas Industriais e as demais dimensões relacionadas à estratégia de desenvolvimento. Todavia, em que medida tais dimensões se associam e configuram o padrão de desenvolvimento chinês?

É importante destacar que a China é um país com heterogeneidades estruturais bastante complexas, especialmente em termos geográficos (há diferentes regiões e com especificidades de clima e de organização produtiva), sociais (ainda uma boa parte de sua população se encontra em condições precárias de reprodução da vida

material no campo) e produtivas (não há uma linearidade e distribuição equitativa dos setores industriais e das atividades inovativas no país).

Na perspectiva de Jabbour & de Paula (2020), a economia chinesa presenciou profundas alterações institucionais desde meados da década de 1970, as quais permitiram a construção de ferramentas essenciais para ampliar as possibilidades de acumulação de capital, com uma progressiva atuação do Estado como planejador econômico.

Ao longo de mais de 50 anos, a China tem sido capaz de articular e manter um fluxo gigantesco de investimento público, com destaque para a socialização do mesmo – ou uma Nova Economia do Projeto, nos termos de Jabbour & de Paula (2020), associada a uma transformação institucional que impulsionou as atividades de P&D, especialmente nas Universidades, institutos de pesquisa e empresas de tecnologia.

Neste panorama, a adoção de contratos de responsabilidade mútua (os quais assumem posição central), associada à socialização do investimento público, estiveram em consonância com o desenvolvimento em paralelo das atividades inovativas. É importante ressaltar também os esforços contínuos na promoção da melhoria da educação, como destacam Arbix, *et al* (2017):

A China conseguiu manter um gigantesco fluxo de investimento público que emulou seu crescimento ao longo de décadas e contribuiu para manter o dinamismo de sua economia baseado em um sistema que desafia pesquisadores e analistas, em especial os de perfil mais liberal.

Ao mesmo tempo, a canalização de esforços para a melhoria contínua da educação em todos os níveis e o foco em CT&I definido como

política de Estado responderam por um avanço inédito que distinguiu a China da maioria esmagadora dos países em desenvolvimento. (ARBIX, et al. 2017, p.39).

Em uma dimensão conjuntural do processo de seu processo de desenvolvimento, ainda que a China possua algumas limitações decorrentes de suas heterogeneidades estruturais, os impactos das políticas econômicas e de articulação de investimentos na esfera produtiva, em uma perspectiva Keynesiana, permitem contornar as restrições inerentes ao processo de acumulação de capital (o qual possui um caráter cíclico, muito bem caracterizado nas análises Departamentais de Kalecki), nos termos de Jabbour & de Paula (2020).

Dessa forma, através de uma associação singular entre os investimentos públicos, as atividades inovativas em centros de P&D e com a atuação de empresas públicas e privadas, tem sido possível superar os problemas de financiamento, de sustentação de demanda efetiva, de desenvolvimento tecnológico e de incertezas quanto às possibilidades de expansão da economia chinesa, nos termos de Diegues & Roselino (2021).

Como ressaltam os autores, a experiência de desenvolvimento econômico chinesa não pode ser compreendida a partir de uma perspectiva de “emulação” de modelos estipulados sobretudo por países do Leste Asiático, os quais estiveram associados a um “padrão” de desenvolvimento puxado pela economia japonesa no pós Segunda Guerra Mundial.

Em certo sentido, o processo mais amplo de transformação estrutural em direção à especialização em setores de Alta Intensidade Tecnológica, o qual compreende uma das dimensões do Mic 2025 não tem ocorrido de forma homogênea, muito por conta

da complementaridade e dependência entre os diversos estágios heterogêneos e produtivos da economia chinesa.

Nos termos de Diegues & Roselino (2021):

Assim, observa-se que as políticas industriais de fomento às atividades associadas ao que se tem convencionado denominar de Indústria 4.0 e à Economia Digital na China se inserem em um contexto mais amplo de transformação permanente da estrutura produtiva doméstica e do conseguinte padrão de inserção internacional<sup>8</sup>. (DIEGUES, ROSELINO, 2021, p. 4).

Como foi destacado no Capítulo 1, a busca por uma mudança no padrão de inserção internacional por parte da China se acentuou após a crise de 2008, também como uma resposta à superação da mesma. Contudo, tal processo tem se fortalecido ao longo de décadas: há uma dimensão estrutural e mais ampla, associada às estratégias de Desenvolvimento Econômico da China. A Indústria 4.0, neste sentido, opera como uma possibilidade de expansão e de mudança do país nas Cadeias Globais de Valor.

Em aderência à perspectiva adotada por Diegues & Roselino (2021), a qual os autores denominam de tecno-nacionalista e também com as contribuições de Zhou & Liu (2016) e Chen & Naughton (2016), nota-se que as articulações das Políticas Industriais não ocorrem de forma isolada ou mesmo desconexa: há um eixo centralizado em que as decisões partem de estruturas corporativas e governamentais

---

<sup>8</sup> Por permanente entende-se como um esforço contínuo e progressivo de aprimoramento das atividades produtivas, inovativas e de capacidade de acumulação de capital. Não se deve compreender tal processo através de uma perspectiva “etapista” ou como um processo linear e de curto prazo. De fato, há questões estruturais que precisam ser contornadas, tais como a heterogeneidade associada ao grande excedente populacional, especialmente em áreas rurais.

de acordo com as relações de poder, as quais são incorporadas por outros segmentos produtivos, tecnológicos e de pesquisa (*top down*).

Dessa forma, tem sido possível fortalecer não somente o sistema nacional de inovação chinês, mas sobretudo incrementar e sofisticar a estrutura produtiva (ainda que de forma heterogênea, como se ressaltou). Atribui-se destaque neste processo às diferentes atuações das empresas estatais, às grandes empresas com atuação no mercado local e também às empresas de base tecnológica e com inserção mais agressiva no mercado internacional, as quais serão analisadas com maior rigor na próxima seção.

Inserida neste mesmo contexto mais amplo da Indústria 4.0, a economia estadunidense assume papel crucial na disputa intercapitalista a respeito da implementação e desenvolvimento de tecnologias associadas à Manufatura Avançada, mas por motivos distintos àqueles identificados na China.

É importante destacar que os Estados Unidos, ao longo de sua história, tiveram um vigoroso processo de desenvolvimento econômico, sobretudo a partir de meados do século XIX, com sua consolidação e assunção de sua hegemonia em termos globais no período entreguerras e com a deflagração da Segunda Guerra Mundial.

Ao longo de mais de cem anos de desenvolvimento econômico e considerando a experiência da Guerra Fria, é essencial pontuar que o Estado norte-americano operou como o principal vetor que estimulou o crescimento econômico do país, mas que também articulou, redefiniu e concretizou uma série de Políticas Industriais que foram fundamentais para garantir a expansão da indústria doméstica e de sua internacionalização, sobretudo a partir de meados da década de 1970, com o início da globalização comercial, produtiva e financeira, de acordo com Mazzucato (2014).

Em aderência às contribuições de Daudt & Willcox (2016), nota-se que ao longo da história estadunidense o Estado foi o principal ator econômico para gestar e manter uma infraestrutura institucional que estimula o desenvolvimento de inovações tecnológicas (mesmo que de forma “autoritária”, como por meio de políticas comerciais e de exigências de conteúdo local e com certa participação de gasto público).

A centralidade do desenvolvimento desta infraestrutura institucional envolve não somente o setor industrial, mas também uma série de instituições de ensino e de laboratórios de pesquisa:

O sistema de inovação estadunidense é muitas vezes apontado como um dos principais responsáveis pela força industrial do país. Esse sistema foi tradicionalmente articulado em torno de uma ampla rede de universidades de pesquisa e laboratórios nacionais, bem como agências públicas e departamentos como os de defesa, saúde, energia, agricultura, entre outros. (DAUDT, WILLCOX, 2016, p. 16).

Mesmo com tal articulação virtuosa, segundo IEDI (2019), a partir da segunda metade do século passado a indústria passou a crescer mais lentamente do que outros setores da economia estadunidense, tais como: o sistema financeiro, o setor de seguros, imóveis, *leasing* e também de outros serviços. Tal processo está associado a uma queda da participação da indústria no PIB norte-americano.

Em termos de inserção nas Cadeias Globais de Valor, as principais empresas do país passaram a deslocar suas plantas produtivas para outras regiões, especialmente no continente asiático<sup>9</sup>. Como reflexo direto, observou-se a redução de

---

<sup>9</sup> Este processo não se associa necessariamente a uma perda da capacidade de acumulação das indústrias estadunidenses em âmbito global. Na verdade, presenciou-se o fortalecimento de hegemonia dos grandes conglomerados empresariais do país. O deslocamento geográfico da produção não fez com que o país perdesse sua capacidade mais ampla de P&D, planejamento e articulação de estratégias

postos de trabalho no setor industrial, assim como um processo de “esgarçamento” e “desadensamento” do tecido produtivo.

Dessa forma, a partir de uma interpretação histórico-estrutural, como nos termos de Furtado (1961), que considera a Indústria como o setor chave para se entender o processo de desenvolvimento, é possível afirmar que a economia americana perdeu parte de seu dinamismo, decorrente da redução da participação da Indústria no valor adicionado.

Como foi explicitado no Capítulo 1, as contradições internas entre a rápida expansão do setor financeiro e a perda de capacidade de acumulação da Indústria norte-americana levantaram questionamentos a respeito da capacidade de superação da crise econômica de 2008 nos EUA, principalmente em termos do país ser capaz de promover um crescimento econômico sustentado no médio e longo prazo.

Durante o governo Obama, foram elaboradas uma série de medidas para retomar e incentivar atividades de inovação, não somente àquelas no âmbito das políticas industriais:

Nesse sentido, além de propor a criação e o financiamento de uma variedade de iniciativas (por exemplo, a Parceria de Manufatura Avançada, Iniciativa Nacional de Robótica, Iniciativa de Genoma de Materiais) voltadas à promoção da indústria de transformação dos EUA, a Administração Obama divulgou, em fevereiro de 2012, uma estratégia abrangente para orientar os investimentos federais em P&D de tecnologia avançada. Esse documento assinala que “a aceleração da inovação para a indústria avançada exige reduzir uma

---

corporativas em termos absolutos. Todavia, em termos relativos, a partir de meados dos anos 1970, os EUA passaram a ter déficits comerciais nos setores de Alta e Média-Alta Intensidade tecnológica, sobretudo pela expansão da economia japonesa e alemã.

série de lacunas no atual sistema de inovação dos EUA, particularmente o fosso entre as atividades de P&D e a introdução de inovações tecnológicas na produção doméstica de bens”. (IEDI, 2019, p. 262).

A redução das “lacunas” assinaladas envolveu não somente a coordenação por parte do governo estadunidense, mas também se configurou pela associação com institutos de pesquisa e com setores empresariais. O programa que exemplifica e estrutura grande parte das diretrizes do país é o *National Network for Manufacturing Innovation* (NNMI).

Destacar-se-á na próxima seção também que tais iniciativas não se restringem unicamente à superação da crise de 2008, mas que devem ser interpretadas no contexto mais amplo de acirramento da concorrência intercapitalista e da disputa tecnológica que configura o padrão de acumulação de capital da Indústria 4.0, em especial com o avanço da economia chinesa, da expansão de sua zona de influência e da atuação agressiva de suas empresas a nível global.

Por fim, é importante atribuir algumas qualificações a respeito da economia alemã no contexto mais amplo da Indústria 4.0. Em certo sentido, a Alemanha é o país que possui o programa que atribui o nome a este processo mais geral de utilização de sistemas ciber-físicos e de sistemas integrados (*Industrie 4.0*).

Tendo seu processo de industrialização durante meados do século XIX, após a industrialização originária (inglesa), a Alemanha foi capaz de articular Políticas Industriais e Comerciais para promover e desenvolver a indústria doméstica, associadas ao projeto mais amplo de integração e unificação alemã, nos termos de Hobsbawm (1987).

A articulação do Estado alemão foi essencial para formular as principais diretrizes de atuação dos grandes conglomerados industriais e financeiros do país. Como característica singular de seu processo de Desenvolvimento Econômico, foi possível associar a expansão doméstica de grandes empresas a uma virtuosa inserção no comércio internacional, sobretudo a partir do final do século XIX e início do século XX, antes da deflagração da Primeira Guerra Mundial.

Tal inserção se deu por meio da especialização do país em segmentos produtivos de Alta e Média-Alta Intensidade Tecnológica, com destaque para os setores produtivos dos segmentos de metalmecânica, química pesada (sobretudo com a eclosão da Segunda Revolução Industrial) e posteriormente com o desenvolvimento de sistemas digitais e de Tecnologia da Informação (com o surgimento da Terceira Revolução Industrial).

De acordo com IEDI (2019), a Alemanha, ao longo do século XX e início do século XXI, sempre manteve uma indústria de transformação competitiva e inovadora, despontando na fronteira tecnológica e sendo sinônimo de qualidade e eficiência de seus produtos e processos produtivos.

Em aderência a tal perspectiva, é importante mencionar que os diversos mecanismos e articulações implementadas através do programa *Industrie 4.0* não se restringem também como nos EUA à superação da crise de 2008 e do rompimento com o baixo crescimento econômico no final da década de 2000.

Conforme destaca IEDI (2019), há uma percepção bastante difundida entre o governo e os empresários alemães de que o país pode assumir a liderança na corrida tecnológica que caracterizaria a “Quarta Revolução Industrial”:

Na visão do governo e dos empresários industriais alemães, a Alemanha reúne as condições necessárias para liderar essa quarta

revolução industrial [...]. De acordo com o GTAI<sup>10</sup>, a posição de liderança internacional da Alemanha em sistemas integrados, em soluções de segurança e em software empresarial, aliada a uma invejável reputação de engenharia em questões relacionadas a soluções de sistemas, tecnologias semânticas e know-how de sistemas integrados, tornou possível que o país assumisse um papel pioneiro no desenvolvimento de sistema ciber-físico (CPS). (IEDI, 2019, p. 226).

Em certo sentido, tal preocupação de se fortalecer o posicionamento estratégico da Alemanha enquanto país que exporta produtos tecnologicamente sofisticados e que tradicionalmente possuem alto valor agregado é “anterior” a própria concepção temporal da Indústria 4.0.

Em 2006, com o programa *Estratégia Alta Tecnologia*, houve a elaboração de um primeiro conceito nacional que pudesse reunir os principais setores em termos de inovação e tecnologia, o qual contou com recursos de todos os ministérios governamentais, incluindo a concessão de bolsas de estudo e a elaboração de mecanismos de incentivo às atividades de P&D.

Como será possível demonstrar nas próximas duas seções, o programa *Industrie 4.0* é a expressão mais bem acabada do projeto nacional de manutenção da liderança alemã nas atividades inovativas, agora direcionadas para a elaboração de tecnologias direcionadas aos sistemas ciber-físicos.

Assim como no caso da China, só é possível entender a formulação das Políticas Industriais alemãs tendo em vista o projeto mais amplo de desenvolvimento do país,

---

<sup>10</sup> Agência Alemã de Investimento e Comércio, sendo uma importante instituição para a divulgação de novas tecnologias e disseminação de informações a respeito da Indústria 4.0 na Alemanha.

o qual está associado ao ideal de protagonismo e liderança das grandes empresas alemãs em setores de Alta Intensidade Tecnológica, as quais possuem uma inserção extremamente virtuosa e complexa nas Cadeias Globais de Valor.

## **2.2 Principais motivações para a condução das Políticas Industriais**

Tendo em vista a caracterização e contextualização de cada país no cenário da Indústria 4.0, é importante considerar os objetivos específicos de cada um deles nesta disputa intercapitalista mais ampla que a Manufatura Avançada está inserida. Dessa forma, será possível delimitar e sistematizar as principais diretrizes de Políticas Industriais neste novo padrão de acumulação de capital.

Com relação à China, como já foi possível mencionar, toda a articulação que envolve a formulação de Políticas Industriais através da iniciativa *Made in China 2025*, a qual é a mais bem estruturada e amplamente difundida no país, tem por objetivo central garantir que haja uma “transição” da China enquanto país exportador de produtos de Baixa e Média-Baixa tecnologia (em uma visão de celeiro do mundo), para produtos com maior grau de sofisticação tecnológica<sup>11</sup>.

Tal objetivo sinaliza não somente um esforço interno do país de articular e reposicionar sua estrutura industrial no mercado doméstico e nas Cadeias Globais de Valor (em um processo de *catching-up*) mas representa também uma reação às iniciativas propostas por EUA e Alemanha neste cenário.

Na perspectiva de Diegues & Roselino (2021), há ainda no país uma participação bastante elevada de setores de Baixa Intensidade Tecnológica e que são intensivos em trabalho:

---

<sup>11</sup> Em certo sentido, tal transição sinalizaria não somente uma mudança no patamar da capacidade de inovação e difusão de tecnologias da economia chinesa, mas também a possibilidade do país despontar como líder em diversos segmentos nas Cadeias Globais de Valor. Neste cenário, a dimensão do poder, especialmente para as grandes empresas chinesas, assume posição singular (com destaque para as articulações com fornecedores, clientes e demais *players* que ditam a dinâmica de acumulação nas cadeias de fornecimento – *Supply Chain*).

Deste modo, ao mesmo tempo em que se observa a busca pela construção de uma economia orientada à inovação autóctone – caracterizada pelo *Developed by China* (Wubbeke et al., 2016) –, é possível se observar a coexistência dos pilares da política industrial sobre os quais se sustentam a estratégia gestada desde o último quartel do século passado de se fomentar o movimento de *Made in China* – com presença até o período atual bastante sólida em setores de baixa intensidade tecnológica e altamente intensivos em mão de obra conforme defende Nolan (2013). (DIEGUES, ROSELINO, 2021, p. 4).

Em certo sentido, as heterogeneidades estruturais do país compõem certas restrições à plena expansão de setores com Alta e Média-Alta Intensidade Tecnológica. Mesmo que haja no país uma coordenação bastante organizada e bem definida das Políticas Industriais (como por exemplo por instituições como a *National Development and Commission* e na SASAC), há certa preocupação a respeito da capacidade da China de superar a armadilha da renda média (especialmente por ser um país extremamente populoso e contar com diferenças geográficas significativas).

Em aderência às contribuições de Roselino & Diegues (2021), tal preocupação não está dissociada do objetivo central de garantir a liderança chinesa no processo de concorrência que marca a Indústria 4.0.

A estratégia de construir uma super potência industrial e voltada à internet está atrelada à necessidade de redefinir os diferenciais competitivos do país. Isto significa não somente buscar reduções de custos através do deslocamento de atividades produtivas em outros países (principalmente do Leste Asiático), mas também pelo

incentivo de atividades de P&D e de estímulo à práticas de engenharia reversa por empresas chinesas.

Dessa forma, seria possível, no médio prazo, tornar o país mais competitivo em âmbito global, com a ampliação da participação de setores de Alta Intensidade Tecnológica no valor adicionado, utilizando-se das principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 e fortalecendo o mercado doméstico, com a ampliação dos postos de trabalho e da elevação do nível de renda.

É importante mencionar que tal caracterização, como foi destacada na seção anterior, também está condicionada ao processo mais amplo de desenvolvimento econômico da China. Neste sentido, há como plano de fundo a ideia de se construir e projetar o país enquanto super potência global, de modo a difundir não somente suas conquistas no âmbito tecnológico e econômico, mas também no plano cultural e geopolítico.

Com relação aos Estados Unidos, as articulações de Políticas Industriais estão direcionadas para elevar a produtividade do parque industrial e recuperar a competitividade especialmente da Indústria de transformação doméstica e sua liderança mundial nos setores de alta tecnologia<sup>12</sup>, nos termos de IEDI (2019).

Tal perspectiva de reposicionar o setor industrial norte-americano no paradigma da Manufatura Avançada não correspondente necessariamente a uma atuação de curto prazo das instituições do país para a retomada do crescimento econômico, tendo em vista o cenário pós-crise financeira de 2008.

---

<sup>12</sup> Em especial, destaca-se os setores de Tecnologia da Informação, farmacêutico e de Engenharia Industrial, voltada especialmente à automação de processos produtivos e utilização intensiva de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 (como por exemplo de Sistemas Integrados). Grande parte das iniciativas se concentra nos grandes conglomerados industriais associados a Universidades norte-americanas (tecno polos), especialmente no Vale do Silício e com certa distribuição regional no Nordeste estadunidense, como destacou Mazzucato (2014).

De acordo com Andreoni (2016), o “ciclo de transformação” industrial da economia estadunidense está envolvido em um processo mais amplo de revitalização do parque produtivo do país, o qual foi referência e destaque das atividades inovativas durante o século XX, com ênfase a partir da disseminação do paradigma da microeletrônica, a partir de meados da década de 1970.

Como foi possível demonstrar na seção 1, a crise de 2008 operou como um ponto de inflexão em relação à necessidade de articulação e promoção de Políticas Industriais, com o intuito de se retomar um crescimento sustentado.

Conforme indica IEDI (2019), os Estados Unidos perderam em certo sentido a capacidade de expansão da Indústria de Alta Tecnologia do país, devido à queda dos investimentos em P&D como proporção ao volume de vendas e da redução da participação do valor adicionado de tais setores no PIB.

Dessa forma, as diretrizes sugeridas pelo NNMI buscam fortalecer o Sistema Nacional de Inovação, por meio da articulação entre os grupos empresariais, instituições de pesquisa e iniciativas públicas. Como aponta IEDI (2019), há uma preocupação mais ampla em termos da possibilidade de promoção inclusive da segurança nacional:

A perda de tais capacidades de produção afeta tanto a economia como a segurança nacional dos EUA, dado que o país depende fortemente de sua base industrial para produzir armas, aeronaves, veículos, navios e outros equipamentos necessários para proteção da nação. De acordo com o NSCT, o Comitê da Lei de Produção para a Defesa (DPAC), criado em 2009, pela Administração Obama, identificou uma série de necessidades vitais do governo que os EUA

atualmente não conseguem atender mediante produção doméstica segura e confiável. (IEDI, 2019, p. 261).

Neste sentido, a dimensão da Indústria 4.0 nos EUA, assim como na China, está atrelada também à dimensão da geopolítica e da disputa de poder e manutenção de zonas de influência ao redor do globo. Em aderência à tese de Diegues & Roselino (2021), as disputas em torno da liderança industrial e de tecnologias da Indústria 4.0 estão associadas a uma disputa mais ampla dos Estados Nacionais (tecnacionalismo).

De fato, os objetivos centrais na ótica estadunidense não envolvem somente a revitalização do parque produtivo doméstico e com base na promoção da competitividade nas Cadeias Globais de Valor, mas opera também como uma reação defensiva à expansão de outros *players* no cenário global. O principal deles, atualmente, é a China<sup>13</sup>.

Com relação à Alemanha, os objetivos centrais que estão postos, sobretudo pela iniciativa *Industrie 4.0*, estão direcionados a uma perspectiva de longo prazo e que se associam em certo sentido à trajetória de desenvolvimento e inserção no comércio internacional do país.

Como foi destacado na seção 2.1, há uma perspectiva ampla e difundida na Alemanha de que o país reúne as condições necessárias para liderar a corrida tecnológica que caracteriza a Indústria 4.0, sobretudo através da implementação e difusão das tecnologias habilitadoras.

---

<sup>13</sup> A premissa central de tal constatação está evidenciada não somente através da superação do parque industrial americano pelo chinês (em termos de participação a nível global), como apontam Morceiro & Tessarin (2019). Sobretudo, associa-se tal disputa à partir das análises de discurso sobretudo do ex-presidente estadunidense, Donald Trump, além das diversas medidas de restrições de comércio e de imposições feitas pelo governo norte-americano à expansão da economia chinesa. Dentro do escopo deste trabalho, tende-se a concordar com a tese de Diegues & Roselino (2021), no sentido de que há uma verdadeira guerra tecnológica anunciada entre os dois países.

Além de contar com um parque industrial extremamente sofisticado e historicamente robusto (pela formação de grandes grupos empresariais e por conter uma pauta exportadora com elevada participação de setores intensivos em tecnologia), há uma mobilização da sociedade civil como um todo, de tal modo que é possível associar um alto grau de coesão e de efetividade na formulação de políticas industriais, no âmbito da *Industrie 4.0*:

A plataforma foi criada e estabelecida inicialmente como um programa da iniciativa privada e somente em 2015 foi incorporada à política oficial do governo. Ou seja, nasceu como iniciativa do empresariado, com a participação de centros de pesquisa e outras instituições da sociedade civil. Graças a essa origem, seu sistema de governança transformou-se em um de seus pontos distintivos, precisamente por contemplar de modo amplo a diversidade de agentes da sociedade civil. (ARBIX, et al. 2017, p. 36).

Ao contrário da perspectiva estadunidense, a qual pretende buscar uma revitalização da indústria doméstica, na posição da Alemanha os interesses estão destinados à manutenção e fortalecimento das atividades inovativas e da inserção já bastante consolidada de grandes empresas nacionais nas Cadeias Globais de Valor.

Dessa forma, não há um entendimento de que o país perdeu a capacidade de assimilar novas tecnologias e de gerar atividades de P&D de modo a se tornar mais competitivo no comércio internacional. Em aderência à tese de Arbix, et al (2017), a própria formulação do programa *Industrie 4.0* é anterior a percepção mais ampla de difusão dos conceitos que norteiam o movimento da Indústria 4.0.

Entretanto, mesmo com tal confiança difundida pela sociedade civil alemã de que o país reúne as condições necessárias para conduzir a liderança das transformações nos processos produtivos industriais na Manufatura Avançada, há um certo temor relacionado à forte expansão de países como China, Coreia do Sul e Índia nos últimos anos.

Como foi destacado na seção 1, a Indústria 4.0 acirrou a concorrência intercapitalista para além de uma perspectiva *mainstream* de custo *versus* produtividade marginal dos fatores de produção. De forma similar à reação estadunidense, é possível associar também os esforços de formulação e implementação de políticas industriais na Alemanha à pressão competitiva de expansão dos países do Leste Asiático, sobretudo nos últimos dez anos.

Tal sinalização pode ser evidenciada a partir dos esforços recentes do governo de Angela Merkel de endurecer as condições de compra de empresas e instituições empresariais alemãs por entidades chinesas, especialmente por grandes fundos de investimento e bancos públicos da China.<sup>14</sup>

### **2.3 O padrão de condução das Políticas Industriais como reflexo da interação entre os *governance models* e *packages of measures***

A partir do trabalho desenvolvido por Andreoni (2016), o qual busca analisar os diferentes padrões de Políticas Industriais de países específicos, pretende-se nesta sessão apresentar elementos que caracterizam as soluções particulares de Alemanha, China e Estados Unidos, com um foco especial nos modelos de governança (*governance models*), nos pacotes de medidas adotadas (*packages of measures*).

---

<sup>14</sup> Destaca-se novamente a dimensão do poder e da geopolítica neste cenário. Uma visão “economicista” não daria conta de associar a expansão em uma ótica econômica à dinâmica mais ampla de disputa de poder e de conflitos de interesses entre os Estados Nacionais.

O entendimento mais amplo do processo envolve caracterizar os contextos estruturais e institucionais específicos, os quais apresentam soluções particulares por meio de políticas específicas.

### Alemanha:

Figura 3 – *Governance models e packages of measures alemães.*

Policy Levels		Industrial Policy Packages							
		Supply side						Demand side	
		Innovation and technology infrastructure	Higher education and workers training	Production capacity and operations advancement	Long term financial capital	Resources access	Infrastructure and networks	Internal demand & public procurement	External demand and intl market development
Regional/State	Manufacturing firms and sectors				1 7	3			
	Manufacturing system	1	2		7				
	Industrial system		2 5				2 2		
National/Federal	Manufacturing firms and sectors	1 0			1 7		1 0	2 3	
	Manufacturing system	1 2		9	3				
	Industrial system	1 6		24					2 1 2 4
	Macroeconomic framework		8						8
		6 2 4 2 6 7	1 4 2 5 2 0 5	2 4 6 3		2 7 8	6 1 3	1 5	
						4	1 2 1 9	1 8	

Fonte: Andreoni (2016).

Como destaca Andreoni (2016), após a Segunda Guerra, o Estado alemão desempenhou um papel crucial na reconstrução do país e orientou sua recuperação para as exportações, com destaque para empresas como Bayer e Siemens. Além disso, desenvolveu-se uma densa rede de empresas de alta tecnologia, de tamanho médio e com atuações mais centralizadas (os Mittelstand).

Em 1949, foi criado o mais importante programa de institutos de tecnologia e pesquisa da Alemanha, o Fraunhofer, que passou a aliar pesquisas industriais colaborativas e desafios tecnológicos para todo o sistema industrial. O programa contempla uma série de institutos que compartilham conhecimento de campos como óptica, fotônica, micro-eletromecânica, mecânica avançada, entre outros.

Outro aspecto importante foi a criação do modelo alemão de financiamento, que conta com uma infraestrutura financeira composta de bancos públicos especializados para o financiamento industrial. Os dois bancos principais são o Banco da Reconstrução (KfW) e o Banco alemão para Assentamentos (AG).

Segundo o autor, além destes dois, outro pilar importante está em um modelo consistente de regulação das relações industriais. A lógica de regulação consiste na atribuição de certas rigidezes, mas que são associadas por um sistema dualmente integrado de treinamento, que inclui esquemas de aprendizado e desenvolvimento de habilidades, que pode ser denominado como *concerted flexibilities*.

A partir de meados dos anos 2000 a política industrial alemã é destinada para um programa específico de alta tecnologia (HTS). O modelo alemão é constituído de um sistema de política industrial multicamadas que envolve desde a esfera federal até a municipal, além de instituições europeias. De fato, há a percepção de que Alemanha não pode concorrer via custos, e neste sentido, seu principal esforço com o HTS é de desenvolver capacitações no âmbito tecnológico, inovativo e manufatureiro, com novas tendências na área da saúde, sustentabilidade, comunicação e mobilidade.

Tal estratégia reconhece a importância do casamento entre os novos empreendimentos industriais com novos padrões de regulação em termos de propriedade intelectual, principalmente a partir dos novos padrões de produtos e dos sistemas públicos de governança.

O ciclo atual de transformações em que a economia alemã está inserida começou em 2010 com a implementação de um pacote de políticas energéticas. Junto com o HTS, os dois projetos operam no âmbito de promover excelência de pesquisa com foco na captura de mercados futuros, com missões orientadas a projetos tecnológicos e iniciativas que promovam as exportações. Tal processo integra

também uma série de aplicações smart, que inclui produtos inteligentes, sistemas integrados e também a “Internet das coisas”.

A partir da *Figura 1*, é possível observar que boa parte das diretrizes formuladas na Alemanha estão centralizadas na esfera Federal, isto é, há um encadeamento e interligação das políticas industriais no país como um todo, sem que haja uma predominância regional ou seletiva.

Mesmo que as diretrizes sejam em sua maioria no âmbito Federal, há um foco no lado da oferta (*supply side*), principalmente por meio da atuação do sistema industrial, com destaque para o *manufacturing system* (sistema de indústria de transformação).

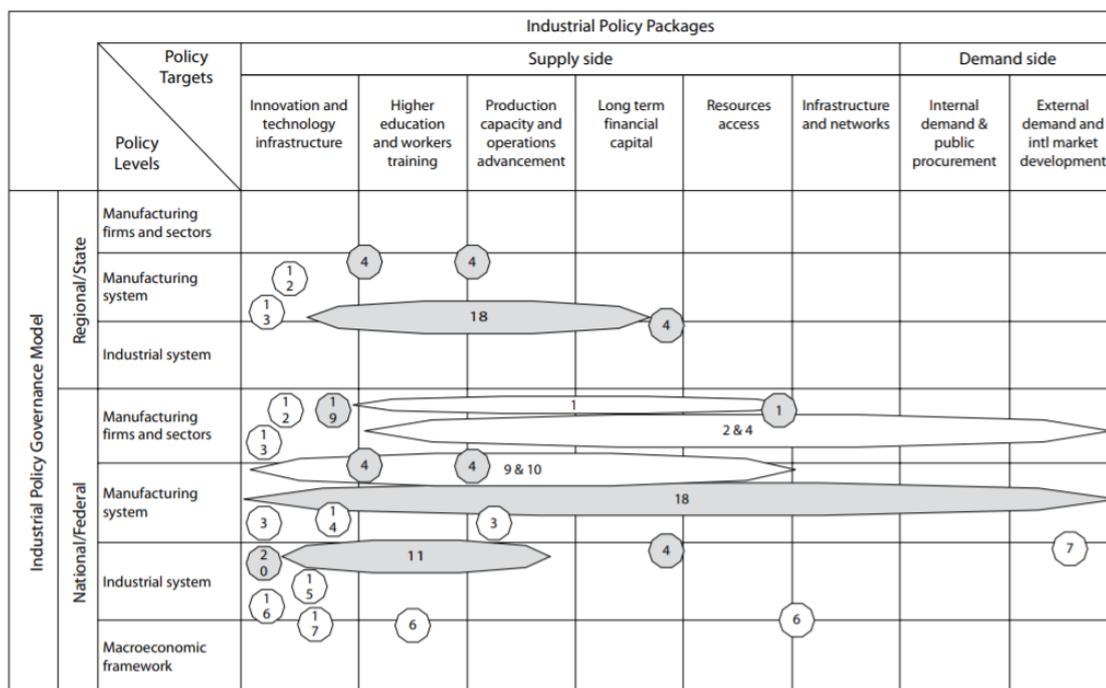
Os alvos principais das Políticas Industriais estão nos sistemas inovativos, nas áreas de educação superior e de mão de obra qualificada e também nas redes de infraestrutura (boa parte delas condicionadas pelas tecnologias habilitadoras).

Como é possível observar pela *Figura 1*, tanto no sistema industrial quanto no *manufacturing system* há uma integração que se estende das infraestruturas tecnológicas até a captação de recursos, finalizando a integração nas redes de infraestrutura (em âmbito Nacional).

A parte da demanda (*demand side*) no caso alemão está condicionada em grande parte à atuação no mercado internacional, por meio também do sistema industrial e do *manufacturing system*. Tal perspectiva associa-se de forma intrínseca ao padrão de desenvolvimento econômico alemão no pós Segunda Guerra Mundial, o qual foi baseado na inserção externa, sobretudo.

#### **China:**

Figura 4 – *Governance models e packages of measures* chineses.



Fonte: Andreoni (2016).

O modelo chinês foi historicamente estruturado pelo aparato estatal, que contou com alguns planos industriais no final do século XX. Os ciclos mais recentes de transformação (a partir de 2001) têm demonstrado o potencial da indústria chinesa, essencialmente a partir de suas fusões e aquisições. O setor industrial é robustamente financiado pelo aparato estatal, com a atuação de bancos públicos (que estão entre os maiores do mundo).

É importante destacar que a estrutura produtiva chinesa e sua internacionalização têm sido um processo gradual desde 1986 com o *National High Tech Development Plan*, que passou por outros programas em 1992 e 1996. As articulações se promovem em três frentes principais: (i) clusters de desenvolvimento tecnológico e produtivo nos parques industriais, (ii) serviços de alta tecnologia e (iii) serviços financeiros para inovação.

A distribuição geográfica de tais programas também é fundamental para entender a dinâmica da política industrial chinesa. Como exemplo, tem-se a criação de zonas econômicas especiais e das zonas nacionais de tecnologia.

É, contudo, a partir de 2005 que os esforços no sentido de trazer um novo caminho para a industrialização chinesa ganha força: a criação do MLP, que visa a adotar um horizonte de longo prazo no desenvolvimento da ciência e tecnologia, corroborou para transformar a China em uma sociedade orientada à tecnologia, com um plano ambicioso de se tornarem a principal potência mundial na área de ciência e tecnologia (até 2050).

O MLP possui movimentos setoriais “tradicionais” de política industrial, mas também uma segmentação sistemática e intersetorial que visa a mudança estrutural e tecnológica. Áreas como a agricultura, população, saúde, segurança pública, água e recursos minerais, manufatura e energia estão no centro do debate na esfera social.

É possível destacar dois pilares fundamentais do MLP: (i) a implementação de megaprojetos científicos, com o intuito de desenvolver tecnologias chave. Nesta segmentação, encontram-se áreas prioritárias, as quais podemos destacar dispositivos eletrônicos, circuitos integrados de larga escala, produtos farmacêuticos, aviação, entre outros. Além disso, (ii) programas de P&D buscam desenvolver capacitações para romper a fronteira tecnológica, principalmente nas áreas de energia avançada, manufatura avançada, biotecnologia, novos materiais e tecnologias marítimas.

Tais iniciativas, associadas a outros programas, tais como o NDRC, têm sido fundamentais para elevar o patamar do dinamismo tecnológico chinês, estimulando não só a demanda interna, mas também incentivando uma inserção externa mais vigorosa.

As políticas industriais em geral são classificadas por um catálogo de prioridades de investimento (*Priority Investment Catalogues*), que define os papéis estratégicos setoriais e os potenciais de crescimento.

Como resultado deste processo mais amplo de transformação estrutural, a economia chinesa conseguiu desenvolver companhias em áreas de alta tecnologia e com recursos de expansão, que podem ser traduzidos em sistemas de inovação de produtos e processos, desde o design até o processo avançado de manufatura, inclusive com redução do tempo até o mercado.

Além disso, foi possível desenvolver técnicas de engenharia reversa, principalmente a partir dos produtos japonesas (que possuem elevada sofisticação tecnológica). Dessa forma, como destaca Adreoni (2016), os chineses têm conseguido desenvolver produtos com a qualidade japonesa com um diferencial de preços exclusivos da China.

A partir da *Figura 2*, é possível observar o grau de integração e articulação das Políticas Industriais na China, sobretudo por associarem de forma singular o lado da oferta (*Supply side*) com a demanda (*Demand side*) no setor da indústria de transformação e também de setores empresariais diversos. Tal esforço se sustenta através do sofisticado planejamento, integração e avaliação de metas e resultados estipulados pelo governo.

Assim como na Alemanha, por conta do padrão de desenvolvimento econômico chinês, as Políticas Industriais adquirem um perfil “nacionalizado”, isto é, as diretrizes são operacionalizadas a nível federal. Entretanto, há também esforços no sentido de articular os *Policy targets* em iniciativas regionais, devido principalmente à necessidade de o país contornar as limitações geográficas estruturais que são inerentes à sua expansão econômica (destacadas na sessão 2.1).

É importante pontuar que a China é o único país deste trabalho que consegue articular e integrar as Políticas Industriais de modo a associar todos os *Policy targets*. Dessa forma, há não só uma integração virtuosa do tipo intra-setorial, mas também inter-setorial, na medida em que associa diferentes capacitações sociais e tecnologias habilitadoras à setores e grupos empresariais diversos (com o apoio e sustentação do Estado como ponto central).

Como é possível avaliar pela *Figura 2*, o cenário macroeconômico não assume posição de destaque neste processo, na medida em que se adota uma perspectiva de longo prazo e sustentada pelo gasto e financiamento do setor público. Além disso, em termos estratégicos, a demanda externa é relevante na medida em que condiciona a expansão agressiva de empresas chinesas nas Cadeias Globais de Valor (principalmente nos setores de Tecnologia da Informação).

### Estados Unidos:

Figura 5 – *Governance models e packages of measures* estadunidenses.

Policy Targets		Industrial Policy Packages							
		Supply side						Demand side	
		Innovation and technology infrastructure	Higher education and workers training	Production capacity and operations advancement	Long term financial capital	Resources access	Infrastructure and networks	Internal demand & public procurement	External demand and intl market development
Industrial Policy Governance Model	Regional/State	Manufacturing firms and sectors	2	19	3				
		Manufacturing system		20	20				
		Industrial system	5			5	6		
	National/Federal	Manufacturing firms and sectors	13			13		2	
		Manufacturing system	2	11	3			9	14
		Industrial system	15	11	7	1	17		16
		Macroeconomic framework	4	19	12				
		11							
			8	4			10	9	

Fonte: Andreoni (2016).

Na perspectiva de Andreoni (2016), o governo federal estadunidense desempenha um papel central na política industrial e de inovação do país. Especialmente durante a Segunda Guerra, foi desenvolvida uma infraestrutura institucional para a condução de atividades em P&D, principalmente em iniciativas industriais e inovações tecnológicas. Vários departamentos de estado compõem tal infraestrutura e dão suporte a esse programa mais amplo.

A iniciativa pública norte-americana oferece suporte de acordo com os ciclos de transformações, que é o caso dos programas do tipo “Small Business”, que combinam empréstimos, garantias de P&D, equipamentos manufaturados originais e contratantes específicos para incentivar o desenvolvimento de escala tecnológica para sistemas e/ou componentes.

Segundo o autor, destaca-se que a economia norte-americana passou por três ciclos de transformações desde o início dos anos 2000. O primeiro, que se estendeu até 2008, organizou as economic opportunity zones, além de desenvolver políticas energéticas e de incluir a pauta do gás de xisto.

A partir de 2009, viu-se a importância da atuação do governo norte-americano não só para a recuperação da intensa crise de 2008, mas também para aprimorar e retomar o dinamismo do parque industrial estadunidense. O principal foi o The American Recovery and Reinvestment Act (ARRA), que atuou em blocos com prioridade imediata e atuou na recuperação de vários blocos industriais. Os setores de saúde, tecnologia e energia limpa foram amplamente financiados por recursos públicos, de modo a retomar uma agenda de estratégias de competitividade.

As políticas industriais, neste sentido, foram mais seletivas, tanto para o fortalecimento da manufatura no cenário doméstico, quanto para seu reposicionamento no mercado internacional. Além do NNMI (já mencionado nos

artigos anteriores), houve duas outras iniciativas importantes para melhorar a performance exportadora norte-americana: o The 2010 National Export Initiative e o Trade Enforcement Centre, que foram encarregados de promover missões de comércio e parcerias bilaterais, além de acordos de financiamento para companhias que tinham suas atividades orientadas às exportações.

A partir da *Figura 3*, nota-se que há uma perspectiva maior de regionalização das Políticas Industriais nos Estados Unidos, em detrimento às iniciativas Nacionais/Federais na Alemanha e na China. Dessa forma, destaca-se que tais Políticas possuem um caráter mais fragmentado, muito por conta da concentração de tecnopólos e conglomerados industriais nas regiões Noroeste e Nordeste do país.

Além disso, assim como na Alemanha e na China, parte substancial das Políticas Industriais estadunidenses estão direcionadas ao *Supply side*, sendo que boa parte de seus componentes estão estruturados nos *Policy Targets* de infraestruturas de inovação e tecnológicas e de treinamentos e seleção de profissionais com ensino superior (*High education*).

É importante pontuar que pelo lado da demanda (*Demand side*), todas as iniciativas e diretrizes estão articuladas a nível Nacional/Federal, em que parcela relevante é composta pelo gasto público (*public procurement*)<sup>15</sup> e também pela atuação de grandes empresas e do setor da indústria de transformação como um todo, os quais estão associados diretamente à atuação externa e das políticas de inteligência de mercado e P&D.

---

<sup>15</sup> Parte relevante dos gastos públicos norte-americanos de destinam à manutenção e aprimoramento dos sistemas de segurança e do complexo militar, como foi possível destacar na seção 2.1.

## 2.4 Considerações finais

A partir de uma perspectiva histórico-estrutural, é possível avaliar os impactos das estratégias dos três países analisados em termos da dinâmica da acumulação que rege o processo mais amplo de consolidação e difusão da Indústria 4.0.

Como conclusão deste trabalho, a partir das constatações que foram possíveis destacar nas seções do segundo capítulo, cada país possui suas características históricas, sociais e geográficas específicas. Além disso, seus posicionamentos quanto às estratégias adotadas no contexto da Indústria 4.0 são um reflexo do processo de desenvolvimento econômico anterior à estas economias.

Considera-se, neste sentido, que a Alemanha possui um eixo nacional e integrador das políticas industriais, com foco na dimensão da oferta e na inserção externa (perfil a partir do modelo de desenvolvimento adotado no pós Segunda Guerra Mundial). É perceptível, também, que há uma consciência da sociedade alemã como um todo de que o país reúne as condições necessárias para manter a liderança tecnológica e inovativa.

Com relação à China, nota-se que o país possui um padrão integrador das Políticas Industriais (e o que possui maior coordenação e planejamento unificado), ao passo em que se busca o fortalecimento do sistema nacional de inovação chinês e a especialização em setores de Alta Intensidade Tecnológica.

Por fim, com relação aos Estados Unidos, o país possui um padrão mais regionalizado de Política Industrial em relação à Alemanha e China (devido a desigualdades geográficas e de concentração de polos de tecnologia e inovação no Nordeste e Noroeste). Além disso, as Políticas Industriais no âmbito da Indústria 4.0 operam como forma de manter a soberania política e do complexo militar estadunidense.

Como desdobramentos mais amplos no contexto da Manufatura Avançada, em certo sentido, a própria constituição das tecnologias habilitadoras que norteiam a Indústria 4.0 já atribui uma dinamicidade singular em relação aos paradigmas tecnoeconômicos observados anteriormente, qual seja: a velocidade de transformação e adaptação dos processos produtivos e o caráter disruptivo das mudanças em escala global.

De acordo com Diegues & Roselino (2021), a Política Industrial foi retomada como um instrumento explícito das estratégias de desenvolvimento nacionais, a partir da crise de 2008. Segundo os autores:

Além dos potenciais impactos na construção de uma trajetória de crescimento que busque incentivar a eficiência schumpeteriana e keynesiana, a reorganização dessas estratégias tem como objetivo central transformar o paradigma tecnoeconômico atual. (DIEGUES, ROSELINO, 2021, p. 16).

A transformação do paradigma tecnoeconômico atual envolve não somente decisões estratégicas de *reshoring* ou de fortalecimento da divisão internacional do trabalho por parte de empresas e das iniciativas nacionais, mas envolve um conjunto mais amplo de análise dos setores industriais, dos fornecedores especializados e também da natureza de cada processo produtivo, como foi destacado na seção 1.3, sob as perspectivas de Buttolo (2020) e Brun (2019).

A expansão virtuosa da economia chinesa não necessariamente gerará uma mudança de hegemonia em âmbito global. Por mais que haja uma coordenação exitosa entre o planejamento estatal e as atividades inovativas na esfera produtiva, como destacou Andreoni (2016), há diversas limitações em suas estratégias, as quais foram pontuadas no trabalho de Diegues & Roselino (2021).

Além disso, o objetivo explícito de empurrar a fronteira tecnológica e de manutenção da liderança inovativa e na capacidade de acumulação de capital de Alemanha e Estados Unidos também se depara com desafios singulares, os quais estão atrelados à própria capacidade de articulação das tecnologias habilitadoras e da associação com as *social capabilities* destes países, como foram destacadas neste capítulo.

Neste sentido, a dinâmica de acumulação a partir das próximas décadas, em um plano global, será influenciada de forma significativa pelos países que conseguirem articular e redefinir suas Políticas Industriais de modo a incorporarem as principais tecnologias da Indústria 4.0 e potencializarem a expansão de suas economias tendo em vista as limitações e possibilidades de avanço neste novo paradigma que emerge.

Enfatizou-se neste trabalho a necessidade de se compreender as especificidades de cada país sob uma perspectiva histórica e estrutural de suas economias. Foi possível demonstrar, de acordo com o esquema analítico proposto, que uma simples relação de eficiência alocativa (*custo versus receita*) não é suficiente para compreender de forma mais ampla o movimento de expansão e realocização do capital.

Mais do que isso, destaca-se que o posicionamento de cada país não é reflexo meramente de suas dotações de fatores ou de uma propensão natural a depender do custo de oportunidade avaliado de forma intertemporal (em uma perspectiva Ricardiana). Pelo contrário, há todo um esforço conjunto entre instituições de ensino, os governos e o setor industrial de cada país para potencializar as possibilidades de expansão neste cenário de incertezas.

Ainda, a própria dimensão econômica por si só não é suficiente para articular todos os mecanismos necessários ao entendimento do processo como um todo.

Como foi possível inferir, a dimensão da geopolítica é crucial neste contexto, em que há o predomínio de conflitos de interesses em âmbito regional, nacional e internacional.

### 3 REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M. **Catching up, forging ahead and falling behind**. Journal of Economic History. New York, v. 46, n. 2, p. 385-406. 1986.

ANDREONI, A. **Varieties of industrial policy: models, packages and transformation cycles**. In: STIGLITZ, J.; NOLAN, A. (ed). **Industrial policy and transformation**. New York: Columbia University Press, 2016.

ARBIX, G. et al. **O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos**. Novos Estudos – Cebrap, v. 36, n. 3, 2017.

AREND, M. **Revoluções tecnológicas, finanças internacionais e estratégias de desenvolvimento: um approach neo-schumpeteriano**. Ensaios FEE, v. 33, n.2, p. 363-396. Porto Alegre. 2012.

BRUN, L. et al. **The “lightness” of Industry 4.0 lead firms: implications for global value chains**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/336891275\\_The\\_lightness\\_of\\_Industry\\_4\\_0\\_lead\\_firms\\_implications\\_for\\_global\\_value\\_chains/link/5db94ff7a6fdcc2128ebe865/download](https://www.researchgate.net/publication/336891275_The_lightness_of_Industry_4_0_lead_firms_implications_for_global_value_chains/link/5db94ff7a6fdcc2128ebe865/download)>, 2019.

BUTTOLO, F. **Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation?** In: Competition & Change. Berlin, p.1-20, 2020.

CHEN, L.; NAUGHTON, B. **An institutionalized policy-making mechanism: China’s return to techno-industrial policy**. Research Policy, v. 45, n. 10, p. 2138-2152. 2016.

DAUDT, G. M.; WILLCOX, L. D. **Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada**. BNDES Setorial, n. 44, p. 5-45, 2016.

DIEGUES, A. C; ROSELINO, J. E. **Indústria 4.0 e as redes globais de produção e inovação em serviços intensivos tecnologia: uma tipologia e apontamentos de política industrial e tecnológica**. Campinas, 2019.

\_\_\_\_\_. **Política industrial, tecno-nacionalismo e Indústria 4.0: a guerra tecnológica entre China e EUA**. Campinas, 2021.

DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.

FURTADO, C. **Desenvolvimento e subdesenvolvimento**. 1961.

HAMILTON, A. **Report on Manufactures**. 1791.

HIRSCHMAN, A. **Estratégia de desenvolvimento econômico**. Caps II e IV, 1958.

HOBSBAWM, E. **A Era dos Impérios**. Ed. Paz e Terra. Rio de Janeiro. 1987.

IEDI. **A Indústria do futuro no Brasil e no Mundo**. 2019.

JABBOUR, E; de PAULA, L.F. **Socialization of investment and institutional changes in China: a heterodoxy approach**. Forum for Social Economics, 2020.

LIST, F. **Sistema nacional de economia política**. Caps. XI, XV, XVII e XIX. 1841.

LUCENA, F; ROSELINO, J. E. **A Indústria 4.0: Uma análise comparativa entre: Alemanha, EUA, China, Coreia do Sul e Japão**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/335643861\\_A\\_Industria\\_40\\_Uma\\_analise\\_comparativa\\_entre\\_as\\_experiencias\\_da\\_Alemanha\\_EUA\\_China\\_Coreia\\_do\\_Sul\\_e\\_Japao/link/5df29b184585159aa4792deb/download](https://www.researchgate.net/publication/335643861_A_Industria_40_Uma_analise_comparativa_entre_as_experiencias_da_Alemanha_EUA_China_Coreia_do_Sul_e_Japao/link/5df29b184585159aa4792deb/download)>, 2019.

MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público x setor privado**. São Paulo. Ed: Portfolio-Penguin, 2014.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Manufacturing the future: the next era of a global growth and innovation**. [S.l]: McKinsey & Company, 2012.

MORCEIRO, P. C.; TESSARIN, M. **Desenvolvimento Industrial em perspectiva internacional comparada**. São Paulo. In: IEDI, 2019.

NOLAN, P. **Is China buying the world?** Polity, 1. Ed. 2013.

OREIRO, L. O; FEIJÓ, C. A. **Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro**. São Paulo. Rev. Econ. Polit. v.30, n. 2, 2010.

SHROUF, F. et al. **Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm**. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. v. 2015-Janua, p.697-701, 2014.

SINN, H. W. **The pathological export boom and the bazar effect: how to solve the German puzzle**. The World Economy, v. 29, n. 9, p. 1157-1175, 2016.

SUZIGAN, W; FURTADO, J. **Política Industrial e desenvolvimento**. Brazilian Journal of Political Economy. 2006.

TREGENNA, F. **Characterizing deindustrialization: an analysis of changes in manufacturing employment and output internationally**. Cambridge Journal of Economics, v. 33, 2009.

WUBBEKE, J. et al. **Made in China 2025: the making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries**. Merics, Dec. 2016.

XU, L. D. et al. **Industry 4.0: state of the art and future trends**. International Journal of Production Research. v. 7543, p. 1-22, 2018.

ZHOU, Y; LIU, X. **Evolution of Chinese state policies on innovation.** In ZHOU, Yu; LAZONICK, William; SUN, Yifei (Ed.). *China as an Innovation nation.* 2016.