

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO POLÍTICO E
ECONÔMICO**

VANESSA FERREIRA DE ALMEIDA

**FABRICANDO UMA SUPERPOTÊNCIA INDUSTRIAL: A AUTOMAÇÃO
COM CARACTERÍSTICAS CHINESAS**

São Paulo

2021

VANESSA FERREIRA DE ALMEIDA

**FABRICANDO UMA SUPERPOTÊNCIA INDUSTRIAL: A AUTOMAÇÃO
COM CARACTERÍSTICAS CHINESAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Político e Econômico da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Direito Político e Econômico

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Siqueira Neto.

São Paulo

2021

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Mackenzie
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A447f	<p>Almeida, Vanessa Ferreira de</p> <p>FABRICANDO UMA SUPERPOTÊNCIA INDUSTRIAL: A AUTOMAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS CHINESAS: [recurso eletrônico] / Vanessa Ferreira de Almeida.</p> <p>2002 KB ;</p> <p>Dissertação (Mestrado em Direito Político e Econômico) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.</p> <p>Orientador(a): Prof(a). Dr(a). José Francisco Siqueira neto</p> <p>Referências Bibliográficas: f.159 -170</p> <p>1. Robôs. 2. Inteligência Artificial. 3. Direito do Trabalho. 4. China. 5. Automação. I. Siqueira neto, José Francisco, <i>orientador(a)</i>.II. Título.</p>
-------	--

Bibliotecário Responsável: Aline Amarante Pereira - CRB 8/9549

Folha de Identificação da Agência de Financiamento

Autor: Vanessa Ferreira de Almeida

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito Político e Econômico

Título do Trabalho: Fabricando uma superpotência industrial: a automação com características chinesas

O presente trabalho foi realizado com o apoio de ¹:

- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- Instituto Presbiteriano Mackenzie/Isenção integral de Mensalidades e Taxas
- MACKPESQUISA - Fundo Mackenzie de Pesquisa
- Empresa/Indústria:
- Outro:

¹ **Observação:** caso tenha usufruído mais de um apoio ou benefício, selecione-os.

VANESSA FERREIRA DE ALMEIDA

FABRICANDO UMA SUPERPOTÊNCIA INDUSTRIAL: A AUTOMAÇÃO COM
CARACTERÍSTICAS CHINESAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Direito Político e Econômico da
Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre em Direito
Político e Econômico

Aprovada em 23 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

JOSE FRANCISCO
SIQUEIRA
NETO:01698013817

Assinado de forma digital por JOSE
FRANCISCO SIQUEIRA
NETO:01698013817
Dados: 2021.12.21 16:21:37 -03'00'

Prof. Dr. José Francisco Siqueira Neto
Universidade Presbiteriana Mackenzie

 Assinado digitalmente por Rodrigo Oliveira
Salgado
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Autoridade Certificadora da Justiça - AC-JUS, ou=Cert-JUS
Institucional - A3, ou=09461647000195, ou=Tribunal Regional do Trabalho 15 Região -
TRT15, ou=MAGISTRADO, cn=Rodrigo Oliveira Salgado,
ou=rodrigo.salgado@trt15.jus.br
Motivo: OAB/SP 271.458
Data: 2021.12.21 14:29:59 -03'00'

Prof. Dr. Rodrigo Oliveira Salgado
Universidade Presbiteriana Mackenzie

GUILHERME GUIMARAES
FELICIANO:3766

Assinado de forma digital por GUILHERME GUIMARAES FELICIANO:3766
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Autoridade Certificadora da Justiça - AC-JUS, ou=Cert-JUS
Institucional - A3, ou=09461647000195, ou=Tribunal Regional do Trabalho 15 Região -
TRT15, ou=MAGISTRADO, cn=GUILHERME GUIMARAES FELICIANO:3766
Dados: 2022.01.14 14:03:08 -03'00'

Prof. Dr. Guilherme Guimarães Feliciano
Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS.

Sinto que este trabalho, ainda que desenvolvido solitariamente por madrugadas adentro, não foi escrito apenas por mim. Por trás de cada pesquisa há uma rede de apoio ao pesquisador que lhe deu vida. E são a estas pessoas que agradeço profundamente por permitirem que uma pesquisadora entregasse esta dissertação.

Ao meu orientador, o Professor José Francisco Siqueira Neto, por ter estado e lutado ao meu lado nas trincheiras neste meu percurso acadêmico.

Ao Professor Daniel Francisco Nagao Menezes, que tanto me auxiliou quando mais precisei.

Ao Professor Rodrigo Oliveira Salgado e ao Grupo de Estudos Direito & Economia Política, pelas inúmeras contribuições acadêmicas, muitas inclusive, utilizadas nesta dissertação.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Direito Político e Econômico.

Ao professor Guilherme Guimarães Feliciano, pelas contribuições a esta dissertação.

Ao Professor Danilo Tavares, meu professor de direito a inovação durante a minha graduação, por ter dado o primeiro empurrão para que me descobrisse como pesquisadora

A Lea Vidigal, minha querida amiga que me inspira como um modelo a ser seguido na carreira acadêmica, tanto como pesquisadora quanto como professora.

Para Erik Volpert, companheiro, melhor amigo e parceiro de toda a vida. Obrigada pelo apoio incondicional ao longo destes anos.

Aos meus amigos do Grupo de Estudos Impactos das Novas Morfologias do Trabalho sobre a Vida dos Trabalhadores do Instituto de Estudos Avançados da USP, que me auxiliaram durante esta pesquisa a buscar soluções concretas para os trabalhadores brasileiros afetados e deslocados pela tecnologia.

A Isabelle Iório, Thays Polizel, Victoria Messias e Gabrielle Vick, minhas queridas companheiras de trabalho, alegrias e dores diárias, que tanto me auxiliaram para que esta dissertação pudesse ser escrita com alguma tranquilidade.

A todos os meus amigos que estiveram ao meu lado durante este período e mesmo muito antes dele. Que sorte imensa não poder nomeá-los por serem tantos. A cada um de vocês, o meu mais sincero obrigada.

RESUMO

Em paralelo com a difusão da inteligência artificial e a robótica, o mercado de trabalho sofreu uma rápida transformação estrutural nas últimas décadas. Nos últimos 10 anos, a China tem se destacado em suas políticas voltadas à inovação, o que conseqüentemente, tem impactado o mercado de trabalho com o avanço rápido e orientado de sistemas automatizados. A mão-de-obra humana na China não é mais tão barata como antes, especialmente em comparação com a mão-de-obra em centros de manufatura rivais que crescem rapidamente na Ásia. A saída para o país se manter competitivo e escapar da armadilha da renda média é sua transformação de uma indústria manufatureira para uma de alta tecnologia e a substituição de trabalhadores humanos por máquinas. Os resultados desse esforço serão sentidos globalmente. Quase um quarto dos produtos do mundo são feitos na China hoje. Se a China puder usar robôs e outras tecnologias avançadas para reorganizar tipos de produção nunca antes automatizados, isso pode transformar o país, considerada a fábrica do mundo, em um centro de inovação de alta tecnologia. Por muitos anos, a teoria econômica canônica acreditou que o crescimento da produtividade era compatível com o emprego, contudo, a rápida evolução das máquinas demonstrou que estas poderão reduzir a demanda agregada de mão-de-obra, uma vez que a tecnologia invade cada vez mais as tarefas que compõe o trabalho humano, ocasionando desta forma, o fenômeno denominado “polarização do emprego”. Dado o imperativo econômico, a determinação do governo e a crescente sofisticação tecnológica do país, analisar como esta mudança profunda poderá afetar centenas de milhões de trabalhadores chineses e como o país tem lidado com esta questão, se torna imprescindível. Se vitoriosa em equilibrar a automação e a proteção aos trabalhadores, a China poderá se tornar um exemplo para os países em desenvolvimento.

Palavras chaves: Futuro do Trabalho, Inteligência Artificial, Robótica, Automação, China.

ABSTRACT

In parallel with the spread of artificial intelligence and robotics, the labor market has undergone a rapid structural transformation in recent decades. Over the past 10 years, China has stood out in its policies aimed at innovation, which consequently has impacted the labor market with the rapid and guided advancement of automated systems. Human labor in China is no longer as cheap as it used to be, especially compared to labor in rival, rapidly growing manufacturing centers in Asia. The way out for the country to remain competitive and escape the middle-income trap is its transformation from a manufacturing industry to a high-tech one and the replacement of human workers by machines. The results of this effort will be felt globally. Almost a quarter of the world's products are made in China today. If China can use robots and other advanced technologies to reorganize types of production that have never been automated before, it could turn the country, considered the world's factory, into a center for high-tech innovation. For many years, canonical economic theory believed that productivity growth was compatible with employment, however, the rapid evolution of machines demonstrated that they could reduce the aggregate demand for labor, as technology invades each time more the tasks that make up human work, thus causing the phenomenon called “employment polarization”. Given the economic imperative, the government's determination and the country's growing technological sophistication, analyzing how this profound change could affect hundreds of millions of Chinese workers and how the country has dealt with this issue becomes imprescriptible. If successful in balancing automation and worker protection, China could set an example for developing countries.

Keywords: Future of Work, Artificial Intelligence, Robotics, Automation, China.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCPPC - Comitê Nacional da Conferência Consultiva Política do Povo Chinês

IA – Inteligência Artificial

MIIT - Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação

MIC2025 – Made in China 2025

MLP - Plano Nacional de Médio e Longo Prazo

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMC – Organização Mundial do Comércio

PCC – Partido Comunista Chinês

PTF - Produtividade Total dos Fatores

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

RNB – Renda Nacional Bruta

RMB – Renminbi

SOE's - State-owned enterprises

TI – Tecnologia da Informação

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

TVE - Township and Village Enterprises

ZEE - Zonas Econômicas Especiais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1. A ASCENÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL NA CHINA.....	19
1.1. O processo industrializante.....	20
1.2. Revisando a Estratégia de Desenvolvimento de C&T da China: Vinculando C&T à Economia	28
2. CHINA, A FÁBRICA AUTOMATIZADA DO MUNDO.	46
2.1. Visando o topo: como escapar da armadilha da renda média.	47
2.2. A construção de uma superpotência de alta tecnologia.....	53
2.3. A ascensão dos robôs.	64
3. O PREÇO DA ACELERAÇÃO INDUSTRIAL: AS IMPLICAÇÕES DA ROBOTIZAÇÃO NAS CADEIAS DE SUPRIMENTO DE MÃO DE OBRA	73
3.1. Quando as máquinas ganham vida: a tangibilidade do medo da substituição.....	73
3.2. O complexo de Estocolmo tecnológico: como não percebemos aonde chegaríamos?	91
3.3. Esvaziando a classe média: a polarização do mercado de trabalho.....	99
3.4. A polarização do mercado com características chinesas	110
4. SINCRONIZANDO A ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA E SOCIAL: CONSTRUINDO AS BASES DO FUTURO DOS TRABALHADORES	118
4.1. Robôs: roubando os empregos ou resolvendo a escassez de mão de obra?	120
4.2. A luta dos trabalhadores pelo dividendo do robô.	128
4.3. Capacitando habilidades e aprendizagem ao longo da vida para o futuro do trabalho.	138
CONCLUSÃO.....	151
BIBLIOGRAFIA	159

INTRODUÇÃO

No futuro, se não já, os Vales de Silício da inteligência artificial estarão na China. O país tem uma chance de liderar a Inteligência Artificial porque conseguiu adotar novas tecnologias muito rapidamente. Por meio de iniciativas centradas no futuro, como infraestrutura sustentável e tecnologias voltadas para setores econômicos e sociais, a China está construindo uma presença global em esferas cada vez mais desocupadas pelos países ocidentais. Por exemplo, o país ultrapassou os Estados Unidos no volume de publicações de trabalhos de pesquisa em campos científicos, de acordo com a Fundação Nacional de Ciência dos EUA¹. Além disso, a nova rota da seda (ou Iniciativa do Cinturão e Rota da China)² parece ser o projeto de integração econômica mais abrangente e transformador do século XXI, com implicações para os países de todos os continentes.

A inteligência artificial é uma área em que a China está causando um impacto global significativo. A Inteligência Artificial é suportada por sistemas de computadores e aplicativos mecânicos que operam não apenas no código (instruções de um programador), mas no aprendizado que permite a reprogramação autônoma. Os avanços relacionados em big data, computação em nuvem e capacidade de processamento permitiram que a Inteligência Artificial crescesse rapidamente, anunciando uma nova geração de tecnologia com potencial de ruptura em quase todas as esferas da vida. O país trabalha em sistemas de Inteligência Artificial e de aprendizado de máquina³ há anos - seja no nível do governo, na academia ou em empresas privadas e comerciais. Mas houve uma virada em março de 2016, quando a inteligência artificial do Google DeepMind, AlphaGo, venceu um campeão humano, Lee Sedol, no jogo de estratégia chinês Go⁴.

O AlphaGo ganhou destaque em março de 2016, depois de derrotar a lenda coreana Lee Se-dol por 4-1 em uma das mais poderosas demonstrações do poder da inteligência artificial até hoje. Já em maio de 2017, Ke Jie, o melhor jogador de Go humano do mundo, perdeu contra

¹ *State of US science enterprise report shows US leads in S&E as China rapidly advances*. National Science Foundation. Publicado em 18/01/2018. Disponível em: https://nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=244271 (acesso em 07/08/2020)

² *What is China's belt and road initiative?* The Economist. Publicado em 14/05/2017. Disponível em: <https://www.economist.com/the-economist-explains/2017/05/14/what-is-chinas-belt-and-road-initiative> (acesso em 07/08/2020)

³ Do inglês, *Machine Learning*, o aprendizado de máquina é uma aplicação de inteligência artificial (IA) que fornece aos sistemas a capacidade de aprender e melhorar automaticamente a partir da experiência sem ser explicitamente programado. O aprendizado de máquina se concentra no desenvolvimento de programas de computador que podem acessar dados e usá-los para aprender por si próprios

⁴ LEE, Kai-Fu. *Inteligência Artificial*. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 14-16.

uma nova versão do AlphaGo. O jovem chinês parecia um herói improvável para defender a última posição da humanidade. Ao longo de três partidas, com mais de três horas cada, Ke Jie testou o AlphaGo com diferentes abordagens: conservador, agressivo, defensivo e imprevisível. Nada parecia funcionar. AlphaGo não deu nenhuma abertura a Ke Jie⁵.

Para alguns observadores nos Estados Unidos, as vitórias da AlphaGo sinalizaram não apenas o triunfo da máquina sobre o homem, mas também das empresas de tecnologia ocidentais sobre o resto do mundo. Porém para os chineses, as vitórias do AlphaGo foram um desafio e uma inspiração, tendo as partidas se transformado no "Momento Sputnik⁶" da China para inteligência artificial⁷.

O AlphaGo é executado em aprendizado profundo⁸, uma abordagem inovadora da inteligência artificial que turbinou as capacidades cognitivas das máquinas. Agora, os programas baseados no aprendizado profundo podem fazer um trabalho melhor do que os humanos. O aprendizado profundo dará início a uma era de maciços aumentos de produtividade, mas também de perturbações generalizadas nos mercados de trabalho - e de profundos efeitos sociopsicológicos nas pessoas - à medida que a inteligência artificial assume trabalhos humanos em todos os tipos de indústrias.

A ameaça aos empregos está chegando muito mais rápido do que a maioria dos especialistas previa, atingindo os altamente treinados e os menos instruídos. No dia da notável partida entre AlphaGo e Ke Jie, o aprendizado profundo destronou o melhor jogador Go da humanidade. Aquele "momento Sputnik" levou rapidamente a um movimento estratégico do governo pouco tempo depois⁹.

Menos de dois meses após Ke Jie renunciar ao seu último jogo no AlphaGo, o governo central chinês emitiu um plano ambicioso para desenvolver capacidades de inteligência artificial, adicionando um plano denominado "Plano de Desenvolvimento de Inteligência Artificial da Nova Geração" à sua lista de "Megaprojetos de inovação em ciência e tecnologia

⁵ LEE, Kai-Fu. Inteligência Artificial. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 14-16.

⁶ Quando a União Soviética lançou o primeiro satélite produzido pelo homem em órbita, em outubro de 1957, teve um efeito instantâneo e profundo na psique americana e nas políticas governamentais. O evento provocou uma ansiedade generalizada do público americano sobre a superioridade tecnológica soviética, com os americanos seguindo o satélite no céu noturno e sintonizando as transmissões de rádio do Sputnik. Isso desencadeou a criação da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), alimentou os principais subsídios do governo para o ensino de matemática e ciências e lançou efetivamente a "Corrida Espacial". Essa mobilização americana em todo o país deu frutos 12 anos depois, quando Neil Armstrong se tornou a primeira pessoa a pisar na lua

⁷ LEE, Kai-Fu. Inteligência Artificial. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 14-16.

⁸ Do inglês, *deep learning*. A Aprendizagem profunda é uma função da Inteligência Artificial que imita o funcionamento do cérebro humano no processamento de dados para uso na detecção de objetos, reconhecimento de fala, tradução de idiomas e tomada de decisões. A Inteligência Artificial de aprendizagem profunda é capaz de aprender sem supervisão humana, aproveitando dados não estruturados e não rotulados.

⁹ LEE, Kai-Fu. Inteligência Artificial. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 20-22.

2030”¹⁰. Quando essa lista foi originalmente compilada em 2016, incluía coisas como big data e robótica, que estão relacionadas à Inteligência Artificial, mas a própria Inteligência Artificial não era uma prioridade explícita¹¹. Esse plano estabelecia parâmetros de referência claros para o progresso até 2020 e 2025 e projetou que até 2030 a China se tornaria o centro da inovação global em inteligência artificial, liderando em teoria, tecnologia e aplicação. Em 2017, os investidores chineses de capital de risco já haviam respondido a essa chamada, despejando somas recordes em startups de inteligência artificial e representando 48% de todo o financiamento de risco de Inteligência Artificial globalmente, ultrapassando os Estados Unidos pela primeira vez¹².

O Plano de Desenvolvimento de Inteligência Artificial da Nova Geração também indica a importância do uso de Inteligência Artificial em uma gama mais ampla de setores, incluindo defesa e bem-estar social, e enfoca a necessidade de desenvolver padrões e normas éticas para o uso de Inteligência Artificial. E mesmo que o plano recite uma longa lista de tecnologias nas quais a China deseja fazer descobertas, o plano fornece algumas etapas concretas para chegar lá. Isso não é incomum para o governo central, que muitas vezes lança planos ou estruturas para comunicar aos quadros na burocracia e no nível local o que a direção considera prioritário. Com o plano de desenvolvimento de Inteligência Artificial, as principais autoridades chinesas estão sinalizando que a liderança vê a Inteligência Artificial como central para o futuro do país. Ele retrata a China do futuro superando os desafios do envelhecimento da população e as limitações de recursos por meio da integração da Inteligência Artificial em tudo, desde agricultura e manufatura até governo e segurança pública.

Grande parte da abordagem do governo chinês à Inteligência Artificial é antiga no sentido de que é consistente com os planos anteriores de ciência e tecnologia. Embora também existam alguns novos fatores críticos, os recursos que permanecem consistentes devem ser

¹⁰ Megaprojetos Nacionais de C&T (Megaprojetos) são considerados as maiores e mais ambiciosas tarefas de P&D para o desenvolvimento de médio e longo prazo da China. Eles foram apresentados pelo Esboço do Programa Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Médio e Longo Prazo (2006-2020), o manifesto para o desenvolvimento de ciência e tecnologia que orienta o país a se tornar um “País Inovador” efetivo até 2020. Os megaprojetos foram então integrados à reforma do Conselho de Estado de 2014 do sistema nacional de financiamento de CTI, um movimento que contribuiu para um maior grau de padronização e transparência de seus ciclos de licitação. Os megaprojetos abordam os principais produtos, tecnologias e tarefas de engenharia de importância estratégica para a economia e a competitividade do país. Isso vai desde o desenvolvimento da primeira aeronave de passageiros projetada internamente da China e do reator nuclear de terceira geração, até a comercialização de tecnologias 5G, vacinas reconhecidas internacionalmente e semicondutores, até a exploração da lua e observação da Terra, etc. O objetivo final é resolver gargalos para inovações tecnológicas e para preencher lacunas estratégicas.

¹¹ LEE, Kai-Fu. Inteligência Artificial. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 20-22.

¹² DING, Jeffrey. Deciphering China’s AI Dream. Future of Humanity Institute, University of Oxford. Publicado em março de 2018. Disponível em: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf (acesso em 07/08/2020)

destacados porque podem ser explorados para exemplos empíricos. O apoio do governo para o desenvolvimento da Inteligência Artificial, ênfase na inovação autóctone e priorização de tecnologias de ponta remonta a fevereiro de 2006, quando o Conselho de Estado emitiu seu “Plano Nacional de Médio e Longo Prazo” para o “Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006 -2020)”. Na época, o Plano Nacional de Médio e Longo Prazo era o plano de ciência e tecnologia mais ambicioso de Pequim até o momento. Alocou financiamento de longo prazo para pesquisa científica, estimado em RMB 500 bilhões (US \$ 75 bilhões), e lançou dezesseis megaprojetos nacionais para o desenvolvimento de ciência e tecnologia de vanguarda, incluindo programas para fabricação de circuitos integrados e grandes reatores nucleares avançados¹³.

De fato, a designação de “Plano de Desenvolvimento de Inteligência Artificial da Nova Geração” como um megaprojeto segue a estrutura definida pelo Plano Nacional de Médio e Longo Prazo. O plano também continha uma meta explícita para fortalecer a inovação local intitulada de “Made in China 2025”, que foi lançado em maio de 2015 e enfatizou ainda mais a necessidade de inovação local para reduzir a dependência do país de outros países para fabricação de alta qualidade¹⁴.

O “Made in China 2025” foi apresentado pelo primeiro ministro chinês Li Keqiang, inspirado no plano da Indústria 4.0 da Alemanha¹⁵ para indústrias de manufatura inteligente. O plano busca elevar o conteúdo doméstico dos principais componentes e materiais para 40% até 2020 e 70% até 2025. Em outras palavras, a iniciativa é um roteiro para a China incentivar a inovação endógena em indústrias de ponta e procura aumentar a competência da China em indústrias de alta tecnologia, elevar os produtos do país na cadeia de valor e, eventualmente, ajudar o país a escapar da chamada “armadilha de renda média” da qual outros países em

¹³ BITZINGER, Richard A.; RASKA, Michael. Capacity for Innovation: Technological Drivers of China’s Future Military Modernization. The Chinese People’s Liberation Army in 2025. Publicado em outubro de 2015. Disponível em: https://fas.org/nuke/guide/china/pla-2025.pdf_pp.129-61. (acesso em 10/08/2020)

¹⁴ DING, Jeffrey. Deciphering China’s AI Dream. Future of Humanity Institute, University of Oxford. Publicado em março de 2018. Disponível em: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf (acesso em 10/08/2020)

¹⁵ Indústria 4.0 é uma iniciativa estratégica, lançada pelo governo alemão em parceria com a academia e a indústria, para o país assumir um papel pioneiro na produção e utilização de tecnologia de informação industrial, que promete revolucionar a produção industrial, e assim manter sua competitividade industrial. De forma simplificada, Indústria 4.0 é também sinônimo da quarta revolução industrial, viabilizada pela evolução tecnológica de sistemas integrados para os sistemas ciber-físicos (CPS, na sigla em inglês), que permite a crescente digitalização dos processos da indústria de transformação. De acordo com o GTAI, 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). Essas tecnologias, que permitem combinar o virtual e o físico para criar um mundo verdadeiramente em rede, no qual os objetos inteligentes se comunicam e interagem uns com os outros, representam o próximo passo evolutivo dos sistemas integrados existentes.

desenvolvimento se encontram¹⁶. Ele pretende transformar a China em uma superpotência industrial, fazendo com que o governo derrame algo da ordem de US \$ 300 bilhões nesse objetivo elevado. O plano visa atingir indústrias emergentes, como robótica, fabricação de carros autônomos e elétricos, inteligência artificial, biotecnologia e aviação. Essas indústrias serão subsidiadas, receberão empréstimos a juros baixos, terrenos sem aluguel e incentivos fiscais para vencer os concorrentes globais no campo¹⁷.

“Made in China 2025”¹⁸ deseja fazer com que a China atinja o topo da cadeia de valor da indústria, tendo como propósito final a transformação do país em uma potência industrial mundial até 2049. Se for bem-sucedida, subiria a cadeia de valor agregado, reposicionando-se de um fabricante de baixo custo para um concorrente direto para nações como a Coreia do Sul, o Japão e a Alemanha. Para que as metas estabelecidas no projeto sejam alcançadas, o número de robôs industriais deverá aumentar em dez vezes, alcançando 1,8 milhões de unidades até 2025, quando até 70% dos robôs usados na China seriam fabricados no país.

A China é conhecida como a “fábrica do mundo” há anos, mas produz principalmente produtos de baixo custo. O costumeiro aviso "Made in China" está associado a produtos baratos e de baixa qualidade. Assim, o plano “Made in China 2025” visa mudar fundamentalmente essa percepção negativa. Ao mesmo tempo, o país está enfrentando uma série de gargalos em seu crescimento econômico, como aumento dos custos trabalhistas, alta rotatividade de pessoal e baixa eficiência de fabricação em comparação aos padrões globais. O plano estratégico também está sendo impulsionado por empresas preocupadas com os custos de mão-de-obra e seu próprio futuro, de governos locais que procuram maneiras de permanecer relevantes e de uma crescente rede de empreendedores do setor privado, acadêmicos e políticos locais que estão cada vez mais trabalhando juntos para revisar as fábricas da China e seu futuro¹⁹.

A China é atualmente o maior mercado de robôs industriais do mundo ²⁰, com participação de 36% do total de instalações. Em 2018, cerca de 154 mil unidades foram instaladas. Isso é 1% a menos em comparação com o ano anterior, mas mais do que o número

¹⁶ INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0 – A iniciativa Made in China 2025*. Carta IEDI. Edição 827. Publicada em 26/01/2018. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html (acesso em 10/08/2020)

¹⁷ BROWN, Ronald C., *Made in China 2025: Implications of Robotization and Digitalization on MNC Labor Supply Chains and Workers' Labor Rights in China*. *Tsinghua China Law Review* 186. Publicado em 24/10/2017.

¹⁸ INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0 – A iniciativa Made in China 2025*. Carta IEDI. Edição 827. Publicada em 26/01/2018. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html (acesso em 10/08/2020)

¹⁹ *Why Made in China 2025 Will Succeed, Despite Trump*. *New York Times*. Publicado em: 04/06/2018. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2018/07/04/technology/made-in-china-2025-dongguan.html?auth=login-google> (acesso em 10/08/2020)

²⁰ Segundo a Federação Internacional de Robótica, a China é o país que mais instalou e importou robôs industriais no período de 2019 a 2020.

de robôs instalados na Europa e nas Américas juntas. O valor das instalações atingiu 5,4 bilhões de dólares - 21% superior ao de 2017. Os fornecedores de robôs chineses aumentaram sua participação no total de instalações no mercado nacional em 5 pontos percentuais (2018: 27% vs. 2017: 22%). Em 2020, mesmo com uma queda de 9% da instalação de robôs industriais (140.492 unidades), o país continuou liderando o mercado de robôs industriais instalados. Este resultado está em linha com a política da China de promoção dos fabricantes nacionais²¹.

Ser líder em Inteligência Artificial e robótica, no entanto, também significa usar tal tecnologia na força de trabalho como substituta para os trabalhadores humanos, pois para o sucesso do “Made in China 2025” será necessário o barateamento da mão de obra humana, e a saída encontrada para essa questão ao longo da história pela indústria foi a automação. No entanto, as implicações estratégicas do MIC2025 para a transformação das redes de produção e o reequilíbrio do modelo de crescimento socioeconômico da China não foram bem compreendidas. Especialmente a transformação dos mercados de trabalho e o trabalho no emergente “capitalismo digital”, continuam sendo uma caixa preta.

A presente pesquisa parte de três principais forças que moldarão o futuro: demografia, automação e desigualdade. Essas forças já estão em movimento e devem colidir. A maioria da força de trabalho do mundo está envelhecendo rapidamente. Os principais impulsionadores da revolução robótica chinesa são o aumento dos custos trabalhistas, a escassez de trabalhadores qualificados e o envelhecimento da população. Em 2015, depois de mais de 35 anos, a China rescindiu a política do filho único²² que proibia as famílias de terem mais de uma criança. A mudança ocorreu quando a China começou a enfrentar baixas taxas de fertilidade e uma tendência de envelhecimento em sua população²³. O país poderá perder 90 milhões de trabalhadores nas próximas décadas, de acordo com o Banco Mundial. Espera-se que a força de trabalho diminua 10% entre 2010 a 2040, uma questão exacerbada por uma sociedade que envelhece rapidamente²⁴. O país também possui o maior número de idosos se comparado a qualquer país em desenvolvimento - 114 milhões com idade de 65 anos ou acima. A população

²¹ *IFR presents World Robotics Report 2020*. International Federation of Robotics. Publicado em 24/09/2020. Disponível em: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (acesso em 12/10/2020)

²² A Política do filho único foi uma política implantada pelo governo chinês com o objetivo de reduzir o crescimento populacional e, desse modo, facilitar o acesso da população do país a um sistema de saúde e educação de qualidade. Lançada no fim da década de 1970, consistia numa lei segundo a qual ficava proibido, a qualquer casal, ter mais de um filho. Casais que tinham mais de um filho eram punidos com severas multas.

²³ *China to end one-child policy and allow two*. BBC News. Publicada em 29/10/2015. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/world-asia-34665539> (acesso em 10/08/2020)

²⁴ *Annual Report 2015*. International Bank for reconstruction and development. Publicado em 02/02/2016. Disponível em: <http://www.worldbank.org/en/about/annual-report-2015> (acesso em 10/08/2020)

em idade de trabalho da China, de 15 a 64 anos, é de 998 milhões, tendo começado a diminuir em 2014, correndo o risco de cair para 800 milhões até 2050²⁵.

Reconhecendo que a estratégia de desenvolvimento que utilizava de mão-de-obra barata para produzir exportações manufaturadas de baixo custo para o mundo acabou, MIC2025 é parte da estratégia de Pequim para preservar sua posição como superpotência de fabricação e exportação, mesmo diante de do aumento de salários e de uma força de trabalho em declínio devido a desafios demográficos. Para ter sucesso, a China deve competir efetivamente com as economias industrializadas avançadas. A razão para a ênfase do MIC2025 na robótica é simples: o setor manufatureiro tradicional da China não pode mais competir com os preços do trabalho vietnamita e indiano, mas também não consegue igualar a qualidade e a eficiência que caracterizam a manufatura europeia, americana e japonesa. À luz desse enigma econômico, MIC2025 incentiva o desenvolvimento e a aplicação da robótica nas fábricas chinesas como um meio de elevar os produtores chineses à cadeia de valor de manufatura.

A automação e a inteligência artificial têm desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social atualmente. Elas representam um progresso tecnológico com substituição de mão de obra, apresentando cada vez mais empregos a serem substituídos. Com base na probabilidade de substituição teórica estimada pelos estudos existentes, a China terá 278 milhões de trabalhadores (201 a 333 milhões sob diferentes taxas de adoção) substituídos pela Inteligência Artificial e robótica até 2049, representando 35,8% do emprego atual²⁶.

O declínio na taxa de emprego e nos salários de trabalhadores com qualificação média e baixa se deve em grande parte ao desenvolvimento e aplicação de inteligência artificial²⁷. Diferente da substituição de trabalho físico por máquinas nas últimas três revoluções tecnológicas, a Inteligência Artificial está gradualmente integrando "inteligência" no processo de produção. Não só requer a destreza da máquina para se aproximar gradualmente da habilidade humana, mas mais importante, faz com que a máquina gradualmente tenha a capacidade de "pensar" como humanos.

O processo de automação terá um impacto adicional no mercado de trabalho. No entanto, o impacto da automação no mercado de trabalho da China será mais significativo. Por

²⁵ Annual Report 2015. International Bank for reconstruction and development. Publicado em 02/02/2016. Disponível em: <http://www.worldbank.org/en/about/annual-report-2015> (acesso em 10/08/2020)

²⁶ GUANGSU, Zhou; GAOSI Chu. The effect of artificial intelligence on China's labor market. China Economic Journal. Publicado em 10/11/2019. p. 24-41.

²⁷ AUTOR, David H. Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives. MIT. Vol nº 29. Publicado em abril de 2015. p. 3-30

um lado, a China está na vanguarda do desenvolvimento da Inteligência Artificial e, por outro lado, isso se deve à grande população chinesa e à estrutura industrial que exige muita mão de obra. Muitos artigos publicados já exploraram os impactos da automação e da Inteligência Artificial nos mercados de trabalho e apontam que o efeito total depende do efeito substituição, efeito complementar e efeito de criação trazido por novas tecnologias.

Para se debater o impacto dos planos tecnológicos promovidos pelo país é necessário apresentar alguns conceitos já estabelecidos sobre a automação do trabalho humano no campo econômico.

David H. Autor explica as razões pelas quais a automação não eliminou a maioria dos empregos no passado. Embora a automação realmente substitua o trabalho, há também um efeito complementar significativo que aumenta a produção e leva a uma maior demanda por trabalho. A automação substitui as vantagens comparativas originais dos trabalhadores na execução de tarefas rotineiras e codificáveis, mas amplia muito as vantagens comparativas das pessoas na resolução de problemas, adaptabilidade e criatividade²⁸.

Autor, Dorn e Hanson²⁹, por sua vez, examinaram os impactos do comércio e da tecnologia no mercado de trabalho dos EUA de 1980 a 2007 e descobriram que a informatização gerou polarização ocupacional³⁰ nos setores manufatureiro e não manufatureiro, mas não reduziu significativamente o emprego líquido.

Daron Acemoglu e Pascual Restrepo estimaram uma forte relação entre a introdução dos robôs e a inteligência artificial com os resultados do mercado de trabalho pós-1990. Nas áreas mais expostas, entre 1990 e 2007, o emprego e os salários diminuíram de forma significativa, comparando-se com outras áreas menos expostas. Quantitativamente, as estimativas demonstraram que o aumento do estoque de robôs, de aproximadamente um robô para cada mil trabalhadores de 1993 a 2007, reduziu o índice de emprego para população americana em 0,37%. Ou seja, um robô reduziu o emprego de 6.2 trabalhadores³¹.

Autor, Levy e Murnane usam dados representativos de 1960-1998 para explorar como a informatização muda a demanda por habilidades profissionais. Os resultados mostram que a

²⁸ AUTOR, David H. Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*. MIT. Vol nº 29. Publicado em abril de 2015. p. 3–30.

²⁹ AUTOR, David H.; DORN, David; HANSON, Gordon H. Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets. *The Economic Journal*. nº 125. Publicado em abril de 2013. p. 621–646.

³⁰ Segundo Maarten Goos e Allan Manning em “*Lousy and Lovely Jobs: the Rising Polarization of Work in Britain*” (2003), a polarização dos empregos é um fenômeno que surge quando os empregos altamente qualificados exigem inteligência humana complexa e os empregos pouco qualificados são caros demais para serem automatizados. Assim, os empregos do meio termo serão os mais fáceis de automatizar, levando a uma maior desigualdade econômica.

³¹ DARON, Acemoglu; RESTREPO, Pascual. Robots and Jobs: Evidence from US labor markets. MIT Economics. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. nº 23285. Publicado em 17 de mar. de 2017.

informatização diminui a demanda relativa da indústria por tarefas manuais e cognitivas de rotina, mas aumenta a demanda relativa por tarefas cognitivas não rotineiras³².

Frey e Osborne demonstraram até que ponto as ocupações podem ser substituídas por computadores nos Estados Unidos. Por meio de variáveis que descrevem o nível de reconhecimento e operação, criatividade e inteligência social, eles estimam a probabilidade de substituição de 702 ocupações pela informatização e descobrem que 47% das ocupações serão substituídas nos Estados Unidos. A probabilidade de substituição de cada ocupação é bastante diferente e diminui à medida que aumentam os salários e os níveis de educação³³. Este estudo foi pioneiro em sua análise e serviu de base para a metodologia de inúmeros outros estudos sobre o tema.

A partir da breve revisão da literatura, pode-se ver que a pesquisa existente enfoca principalmente os impactos da IA e da robotização nos países desenvolvidos e carece de discussões relevantes sobre os países em desenvolvimento que são mais afetados. O que se sabe até o momento é que o impacto da IA nas forças de trabalho de média e baixa qualificação é mais significativo, o que indica que o impacto nos países em desenvolvimento é maior e deve receber mais atenção da pesquisa acadêmica.

Na economia globalizada de hoje, os países industrializados emergentes, como a China, desempenham um papel fundamental na formação da trajetória da mudança tecnológica e social. Isso, mais uma vez, levanta a questão da exploração do trabalho de baixos salários e dos padrões de trabalho nas redes globais de produção. Até a crise financeira global de 2008, o crescimento econômico da China estava firmemente enraizado em sua enorme força de trabalho, um dividendo associado a um aumento relativo na idade e na taxa de participação da força de trabalho. No entanto, o modo de produção tradicional da China de baixo custo, trabalho intensivo e orientado para a exportação encontrou um gargalo após a crise financeira.

Em 2014, a economia chinesa registrou um crescimento do PIB de 7,4%, sua taxa de expansão mais lenta desde 1990. O governo e a mídia começaram a defender o 'dividendo do

³² Autor, Levy e Murnane no ensaio “*The skill content of recente technological change: an empirical exploration*” publicado em 2003, distinguem as tarefas entre tarefas manuais e cognitivas, rotineiras e não rotineiras. As tarefas rotineiras, segundo os autores, são as padronizadas e repetidas sistematicamente, advindas do sistema fordista de produção, podendo ser totalmente codificadas e, portanto, automatizadas. Já as tarefas não rotineiras são as que exigem flexibilidade, criatividade, capacidade de resolução de problemas e habilidades de comunicação complexas, de difícil automação. Estas tarefas não rotineiras são divididas em manuais e abstratas. Essas tarefas encontrarão obstáculos em sua automatização devido às suas complexidades. As tarefas abstratas, que incluem tarefas que requerem intuição, criatividade, capacidade de resolução de problemas e persuasão, são características das profissões técnicas e executivas, de trabalhadores que possuem ensino superior completo ou técnico. Já as manuais, incluem tarefas que exigem adaptabilidade situacional, interações pessoais e reconhecimento visual e linguístico e são características dos trabalhadores do ramo alimentício, de limpeza, assistência médica e em serviços de segurança e proteção. Essas ocupações tendem a empregar trabalhadores que são fisicamente adeptos, mas que possuem em sua grande maioria, o ensino fundamental completo.

³³ FREY, Carl. OSBORNE, Michel. *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford Martin Programme on Technology and Employment. Universidade de Oxford. Publicado em Setembro de 2013.

robô' que enfatizava os esforços acelerados para usar máquinas automatizadas e robôs no lugar de trabalho humano ³⁴. Ao contrário dos trabalhadores do ocidente que experimentaram a automação nas décadas de 1960 e 1970 contra um pano de fundo de forte ativismo sindical, é questionável se os trabalhadores chineses desfrutarão dos efeitos "benéficos" da modernização industrial³⁵. No entanto, como já abordado, a automação, à luz das consequências negativas do desemprego e da desqualificação, pode continuar a avançar. O caso chinês pode oferecer lições importantes para os países em desenvolvimento que buscam conceituar estratégias de mudança social no contexto da modernização industrial.

A partir desse contexto, encontra-se o propósito dessa dissertação. Assim, procura-se analisar o papel da política industrial chinesa na aceleração da automação da mão de obra humana e como o país tem lidado com os efeitos do seu rápido avanço tecnológico sobre os trabalhadores, e como isso poderá afetar as cadeias de fornecimento de mão de obra nos países em desenvolvimento. Tais mudanças marcarão um novo capítulo na história da globalização, onde a automação será crucial e as vidas dos trabalhadores e consumidores ao redor do mundo estarão entrelaçadas, sendo um fundamental para a subsistência do outro. A maneira como a China enfrentará o desafio da manufatura avançada para o emprego terá grandes implicações não apenas para os EUA e outros países industrializados, mas também para as economias emergentes e, mais importante, para a maioria dos países em desenvolvimento que ainda lutam como retardatários da manufatura industrial intensiva.

A dissertação está organizada da seguinte forma: o primeiro capítulo estabelece, a partir de 1978, quais foram as bases para o avanço tecnológico. De maneira sintética, é apresentada a reestruturação econômica e industrial. A opção por não se aprofundar demasiadamente em tais temas é tão somente para não tirar o foco da discussão principal da presente pesquisa. A partir das políticas voltadas à industrialização, é possível discutir os avanços tecnológicos da China. Há um consenso entre os economistas que o crescimento a longo prazo dos padrões de vida depende da capacidade de uma economia de sustentar o progresso tecnológico, seja pela adoção de tecnologias do exterior, por meio de suas próprias inovações tecnológicas ou, muito provavelmente, por uma combinação de adoção e inovação. A partir da análise das capacidades de ciência e tecnologia da China e o contexto econômico, institucional e político que, juntos, moldaram o alcance e o crescimento dessas capacidades, é possível conduzir o debate sobre o avanço da automação no país.

³⁴ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From "Labour Dividend" to "Robot Dividend": Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South. Journal of Political Economy*. Publicado em: 31/08/2017.

³⁵ HUANG, Qnhui. *China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path*. Springer Singapore. 2018. p. 98-102

O segundo capítulo apresenta o plano estratégico “Made in China 2025”, mostrando como a ambição do governo chinês é transformar a China em um polo de alta tecnologia, tornando o país líder mundial em inovação. Através de dados, é possível observar o crescimento exponencial nos investimentos em robotização, o que desafia a liderança de países como Alemanha, Japão e Estados Unidos que até agora dominavam o mercado de robôs tanto em termos de utilização quanto de produção. Essa mudança é simultânea à constatação de que a transição de um país de renda média para um de renda alta pode resultar na chamada “armadilha de renda média”, exigindo políticas de inovação diferentes do passado.

O terceiro capítulo traz uma revisão da literatura já estabelecida sobre a automação. O debate sobre a inteligência artificial sempre oscilou entre visões distópicas e utópicas. O que está estabelecido é que a tecnologia terá um impacto fundamental no mercado de trabalho nos próximos anos, tanto nos empregos industriais quanto no núcleo das tarefas humanas alocadas no setor de serviços. As estruturas econômicas, as relações de trabalho, o tempo dispendido trabalhando, os perfis dos trabalhadores e os modelos de remuneração sofrerão grandes mudanças. O desemprego e a pobreza em massa, bem como as distorções sociais, também são um cenário possível para o novo mundo, onde os robôs, sistemas inteligentes e algoritmos desempenharão um papel cada vez mais importante.

O último e quarto capítulo, por sua vez, analisa o impacto da automação na dinâmica do mercado de trabalho chinês. E através das políticas públicas já existentes, é possível visualizar, com base no que já foi estabelecido quanto aos efeitos da automação sobre a força de trabalho, qual o real impacto que o avanço tecnológico terá sobre a China na medida que desloca cada vez mais e mais trabalhadores.

Por fim, a China oferece um contexto extremamente interessante para explorar os efeitos da automação no mercado de trabalho das economias em desenvolvimento. Forjar um consenso não será fácil, especialmente considerando como o aumento da renda, da riqueza, das disparidades geográficas e de oportunidades podem desestruturar o tecido social tanto nos países desenvolvidos quanto nos emergentes. Na busca de medidas e políticas adequadas para enfrentar esses desafios, não devemos procurar retroceder ou retardar a difusão das tecnologias.

1. A ASCENÇÃO DA POLÍTICA INDUSTRIAL NA CHINA

As ambições do governo chinês em relação à política industrial foram colocadas no centro das atenções desde o final dos anos 2000. A ascensão econômica desde o final da década de 1970 fornece um caso interessante e desafiador para o estudo do crescimento econômico. A China certamente não é a única história de sucesso da história recente; os quatro tigres do leste asiático alcançaram recordes comparáveis, se não melhores, de crescimento econômico em seus períodos de rápido crescimento; e o Brasil, um país grande, se saiu tão bem quanto a China entre 1950 e 1980³⁶. Devido à sua rígida política de planejamento familiar, a transição demográfica foi tremendamente acelerada em comparação com países em desenvolvimento semelhantes, como a Índia. Enquanto isso, a rápida industrialização trouxe milhões de pessoas para fora do campo. Uma consequência direta dessa dupla transição é o crescimento sem precedentes de uma força de trabalho industrial já grande, que deve impactar o modelo de crescimento da China. Em certo sentido, o choque trazido pelo crescimento para o mundo pode ser rastreado até o aumento da força de trabalho industrial do país³⁷.

A China chegou à proeminência global como principal exportadora de produtos manufaturados. A composição das exportações de manufaturados, que passaram a dominar as vendas no exterior mudou de têxteis, roupas, brinquedos e outros produtos de mão-de-obra intensiva para uma mistura mais sofisticada liderada por vários tipos de máquinas e equipamentos. A globalização também empurrou o país para redes internacionais de produção, design e pesquisa em uma gama crescente de setores. Vemos o crescente impacto das forças de mercado, a expansão da entrada e a intensa competição como o ímpeto central, estimulando os esforços para expandir as capacidades e melhorar o desempenho³⁸.

Relacionada à economia política do crescimento, a economia chinesa tem sido caracterizada pela desregulamentação contínua por meio de reformas. Dois aspectos distintos emergiram desse processo. Uma é que, diferentemente de outros países em transição, a China conseguiu a transição de uma economia de planejamento para uma economia mista, não apenas

³⁶ VIEIRA, Flávio Vilela. China: crescimento econômico de longo prazo. *Revista de Economia Política*, vol. 26, nº 3 (103). Publicada em julho-setembro de 2006, p. 401-424.

³⁷ MEDEIROS, Carlos Aguiar de. *A Ascensão Chinesa e as Matérias-Primas. Brasil e China no reordenamento das relações internacionais: desafios e oportunidades*. Brasília. Fundação Alexandre de Gusmão, Ministério das Relações Exteriores, 2011

³⁸ BRANDT, Loren; RAWSKI, Thomas G. *Chinas's Great Economy Transformation*. Nova York. Cambridge University Press. Publicado em 2008. p. 593-594.

evitando grandes interrupções econômicas, mas também mantendo um alto crescimento econômico³⁹.

Especificamente falando, o caminho da industrialização pode ser dividido em três fases: a primeira é o período de 1978 a 2000, aproximadamente corresponde à fase inicial da industrialização. Esta fase é caracterizada pela retificação estrutural, desenvolvimento sincrônico da indústria leve e pesada e um domínio marcado pela indústria intensiva em mão de obra; o segundo é o período de 2000 a cerca de 2010, corresponde aproximadamente à fase intermediária da industrialização. Este estágio é caracterizado pelo desenvolvimento acelerado da indústria pesada e química, estrutura industrial obviamente atualizada e maior domínio da indústria de capital intensivo; o terceiro é o período de 2011 em diante, corresponde aproximadamente ao período tardio da industrialização. Este estágio é caracterizado por uma desaceleração gradual na indústria pesada e química, desenvolvimento acelerado de indústrias de alta tecnologia e um domínio gradual pela indústria intensiva em tecnologia⁴⁰.

1.1. O processo industrializante

Para alcançar um rápido desenvolvimento industrial, os líderes pós-Mao, a partir do final dos anos 1970, buscaram ativamente aconselhamento político, tecnologia avançada e capital de investimento do exterior. Mesmo que a necessidade de reorganizar a economia administrativa da era Mao fosse vista como premente, os formuladores de políticas não estavam procurando um novo modelo econômico para transferir no atacado para a China, mas sim receitas de políticas viáveis que permitiriam passos incrementais e de baixo risco para resolver o gargalos mais severos no sistema econômico⁴¹.

Segundo Pomar, no período de 1956 a 1976, chegaram aos extremos as tentativas de implantar as reformas sociais que elevariam a capacidade produtiva e a liquidação das formas privadas de propriedade. A China acabou sofrendo convulsões culturais, ideológicas, políticas e econômicas, cujos eventos principais seriam o Movimento das Cem Flores, em 1957, o Grande Salto Adiante, entre 1958 e 1960, e a Revolução Cultural, entre 1966 e 1976, sendo

³⁹ YAO, Yang. The Chinese Growth Miracle. Handbook of Economic Growth, vol. 2, Elsevier. Publicado em outubro de 2014. p. 943-1031.

⁴⁰ SILVA, Marcos Aurélio. China: Socialismo de mercado, relações internacionais e questão ideológica. Geosul, Florianópolis, v. 35, n. 77. Publicado em dezembro de 2020. p. 139-165.

⁴¹ SOLINGER, Dorothy J., China's Transformation from Socialism: Statist Legacies and Market Reforms 1980-1990, New York, M. E. Sharpe. Publicado em 1993. p. 35-36

surpreendentemente que, apesar dos conflitos, o país tenha conservado sua unidade nacional e sido capaz de ingressar em um novo período de reformas⁴².

Em agosto de 1977, os líderes chineses anunciaram que a China alcançaria a modernização da agricultura, indústria, defesa e ciência até o final deste século. O Programa das Quatro Modernizações⁴³ foi uma reiteração e expansão da estratégia de desenvolvimento que o premier Zhou Enlai revelou durante o Quarto Congresso Nacional do Povo em janeiro de 1975. Era baseado em um esquema otimista de modernização em dois estágios que permitiria à China alcançar as primeiras fileiras da economia mundial no final do século⁴⁴. A ideia central do programa era que o primeiro estágio do desenvolvimento econômico era construir um "sistema econômico independente e relativamente abrangente de orientação industrial" por meio de investimentos maciços na indústria pesada até o ano de 1985. Após a conclusão do estágio inicial, o segundo estágio deveria realizar a modernização da agricultura, indústria, defesa nacional e ciência e tecnologia - em suma, as Quatro Modernizações - antes do milênio⁴⁵. Nessa época, a China alcançaria paridade ou superioridade em relação aos países industriais avançados na produção de grandes produtos industriais, basicamente automatizando sua produção e mecanizando 85% das principais tarefas agrícolas⁴⁶.

Após a morte de Zhou em 8 de janeiro de 1976, Hua Guofeng, vice premier e ministro da segurança pública, foi nomeado primeiro-ministro interino e primeiro vice-presidente do partido. Hua preparou um plano de desenvolvimento econômico para 10 anos, em vez do período tradicional de 5 anos. O Plano Decenal (1976-1985) foi preparado de acordo com o conceito de Zhou das quatro modernizações. Uma nova característica do Plano Decenal foi uma atitude mais aberta e liberal em relação ao comércio exterior e aos investimentos na China. A fim de completar o estágio inicial de desenvolvimento em 1985, o plano eclético previa a construção de 120 projetos industriais de grande escala, incluindo 10 grandes complexos de

⁴² POMAR, Wladimir. *A Revolução Chinesa*. São Paulo: ed. UNESP, 2003. Pg 89-90

⁴³ A política das quatro modernizações se focava nas quatro áreas de desenvolvimento - agricultura, indústria, ciência e tecnologia e defesa - nas quais a China se concentrou no início da década de 1970 com o objetivo de modernizar totalmente esses setores até o final do século XX. A adoção das Quatro Modernizações e a ênfase relacionada ao desenvolvimento econômico marcaram um afastamento significativo das políticas do país imediatamente anteriores, que haviam se concentrado principalmente na ideologia. As Quatro Modernizações foram propostas pela primeira vez em dezembro de 1964 pelo premier chinês Zhou Enlai (no cargo de 1949 até sua morte em 1976). As Quatro modernizações foram reintroduzidas por Zhou no Quarto Congresso Nacional do Povo em 1975 e apoiados por Deng Xiaoping, que era vice-primeiro-ministro na época. As Quatro Modernizações não foram priorizadas pelo governo, entretanto, até depois que Mao morreu em setembro de 1976 e o quadro de oficiais do partido conhecido como a Gangue dos Quatro, que se opôs às Quatro Modernizações, sendo expurgado logo depois. Defendidas por Deng, as Quatro Modernizações foram consagradas na constituição do PCC no Décimo Primeiro Congresso do Partido em 1977 e na constituição do estado no Quinto Congresso Nacional do Povo em 1978 e se tornaram a base para as políticas que contribuíram para o impressionante crescimento econômico do país nas décadas seguintes.

⁴⁴ SOLINGER, Dorothy J., *China's Transformation from Socialism: Statist Legacies and Market Reforms 1980-1990*. Nova York. M. E. Sharpe. Publicado em 1993. Pg. 35-36

⁴⁵ Idem.

⁴⁶ RISKIN, Carl. *China's Political Economy: The Quest for Development since 1949*, Oxford, Oxford Univ. Press. Publicado em 1987. p. 259

ferro e aço, 9 instalações de metais não ferrosos, 8 colheitadeiras de carvão em grande escala, 10 novos campos de petróleo e gás natural, 30 grandes estações hidrelétricas, 6 novas ferrovias troncais e 5 portos principais. As principais metas setoriais do Plano Decenal incluíam uma projeção de duplicação da produção de aço para 60 milhões de toneladas por ano, um aumento de 125% na produção industrial bruta e um aumento de 50% na produção anual de alimentos⁴⁷. Para atingir essas metas ambiciosas, considerou-se necessário um aumento substancial da acumulação de capital e do investimento no setor de bens de capital. Os líderes da China estimaram que o programa de modernização exigiria um investimento de capital totalizando pelo menos US \$ 600 bilhões entre 1978 e 1985⁴⁸.

Uma das reformas principais, sendo um dos motivos do sucesso da industrialização chinesa pós-1978 foi a reforma agrária executada por Deng Xiaoping⁴⁹ em 1979. Ao fomentar a produção industrial, ela aumentou também o produto e a renda dos trabalhadores. Conforme nos mostra Oliveira, essa reforma somente foi possível devido à existência de condições mínimas de produção, quais sejam: uma indústria de insumos agrícolas desenvolvida e uma boa infra-estrutura de irrigação.

“Certos autores chamam a atenção para o fato de que, para esse sucesso foram também fundamentais tanto **as grandes obras hidráulicas**, construídas anteriormente, que aumentaram a área irrigada do país; assim como implantação no país, antes das reformas, de grandes **empresas industriais** estatais **produtoras de insumos modernos para a agricultura**, as quais se mostraram capazes de atender à crescente demanda das unidades familiares camponesas.⁵⁰” (OLIVEIRA, 2005, p. 6.)

Segundo Milaré e Diegues, com a ampliação do setor primário, o campo foi eficiente em abastecer a indústria com matérias primas. Ao produzir e ter encontrado mercado para seus produtos (matérias-primas e bens primários), o campo gerou renda e se transformou em mercado para produtos industrializados. Ao conseguir mercado para seus produtos, foi possibilitado o processo produtivo industrial e o ciclo de produção e ampliação da indústria,

⁴⁷ RISKIN, Carl. *China's Political Economy: The Quest for Development since 1949*, Oxford, Oxford Univ. Press. Publicado em 1987. p. 259

⁴⁸ BAUM, Richard. *China's Four Modernizations: The New Technological Revolution*. Publicado em 2019. Pg 15-25

⁴⁹ Ver Medeiros (1999), Oliveira (2005), Leão (2010).

⁵⁰ OLIVEIRA, Carlos Alonso Barbosa de. *Reformas econômicas na China*. *Economia Política Internacional: Análise estratégica* n. 5. Campinas. abr./jun. 2005.p. 3-8.

alcançado. Dessa forma, ao ampliar a área irrigada e ampliar a indústria de insumos agrícolas, o Estado estimulou, em última instância, a formação da grande indústria nas cidades⁵¹.

Ainda conforme Milaré e Diegues, o vínculo entre a reforma agrária e o salto industrializante foi o desenvolvimento das empresas rurais – *Township and Village Enterprises* (TVEs). Os autores ressaltam que, inicialmente, no período Maoísta, as TVEs foram criadas com o objetivo de atender à agricultura, sendo pequenas empresas, de propriedade coletiva dos governos locais e produtoras de um conjunto restrito de insumos agrícolas que deveriam dedicar-se unicamente na produção daqueles insumos definidos pelo governo central como prioritários⁵².

De fato, para muitas localidades, as TVEs eram o único caminho disponível para sair da pobreza. Entre 1978 e meados da década de 1990, as TVEs foram claramente a parte mais dinâmica da economia chinesa. O emprego da TVE cresceu de 28 milhões em 1978 para um pico de 135 milhões em 1996, uma taxa de crescimento anual de 9%. O valor adicionado da TVE, que representava menos de 6% do PIB em 1978, aumentou para 26% do PIB em 1996, não obstante o fato de que o próprio PIB estava crescendo muito rapidamente durante esse período. O crescimento da renda não agrícola aumentou a renda rural e contribuiu para reduzir a lacuna urbano-rural. Não só o crescimento da TVE foi rápido, mas também desempenhou um papel importante na transformação da economia chinesa, pois as TVEs criaram concorrência para as estatais existentes e serviram como um “motor” para todo o processo de transição. Na indústria, as TVEs apresentaram competição crescente para as Empresas Estatais Urbanas (SOE)⁵³ ao longo dos anos 1980 e início dos anos 1990. Os lucros do monopólio da SOE foram disputados à medida que as TVEs agressivas direcionavam as relações de preços em linha com os custos subjacentes. As SOEs tiveram que implementar novos programas de incentivo e melhorar a eficiência para sobreviver no ataque competitivo da TVE. Na área de comércio exterior, as TVEs proporcionaram oportunidades para os exportadores chineses ingressarem em novas manufaturas de mão-de-obra intensiva. No final, as TVEs transformaram praticamente todos os aspectos da economia chinesa⁵⁴.

As empresas rurais cresceram nos interstícios do sistema de economia de comando. Deve ficar claro que seu crescimento bem-sucedido não pode ser entendido isoladamente desse sistema. A economia de comando, tendo destruído a economia rural diversificada tradicional

⁵¹ MILARÉ, Luís Felipe; DIEGUES, Antônio Carlos. A industrialização chinesa por meio da tríade autonomia-planejamento-controle. *Leituras Economia Política* / Vol. 15, N. 1 (22). Dez. 2014 / Jul. 2015. p. 1-133.

⁵² Idem.

⁵³ State Owned Enterprises (SOEs).

⁵⁴ NAUGHTON, Barry. *The Chinese economy: transitions and growth*. Londres. The MIT Press. Publicado em 2006. Pag. 279.

na década de 1950, criou as condições distintas para o surgimento de uma nova economia rural diversificada durante a década de 1980. A influência da economia de comando é particularmente clara na lucratividade das primeiras empresas rurais: o tratamento tributário diferenciado concedido às empresas rurais e os vínculos estreitos entre as empresas rurais emergentes e a economia urbana estatal existente. Além disso, o caráter semipúblico único das empresas rurais auxiliou no fornecimento de capital a essas empresas. Essas condições “artificiais” foram as causas imediatas mais poderosas do crescimento explosivo da indústria rural na década de 1980⁵⁵.

No entanto, o crescimento da empresa rural não teria criado raízes se não fosse favorecido por considerações adicionais e mais fundamentais. Destes, o ajuste básico entre as empresas rurais e a dotação de fatores subjacentes da China é o mais importante. O próximo em importância é o fato de que o setor rural tornou-se um terreno fértil para a experimentação organizacional em que as energias empreendedoras da população chinesa ganharam ampla expressão. Finalmente, o enorme tamanho da China pode ter desempenhado um papel crucial. O simples fato de a China ter cerca de 2.000 condados, mais de 40.000 municípios e mais de um milhão de aldeias foi crucial para o sucesso da indústria rural. Mesmo quando os municípios tentavam operar economias de comando em miniatura, o fato era que, em última análise, estavam sujeitos à competição de milhares de outros municípios e vilas. Quando as empresas não podiam ganhar dinheiro, não havia ninguém de fora da aldeia para socorrê-las, e elas não tinham escolha a não ser ir à falência⁵⁶. Nesse ambiente fundamentalmente competitivo, cada município ou vila descobriu que enfrentava uma restrição orçamentária relativamente difícil e precisava tornar seu próprio empreendimento economicamente bem-sucedido. As empresas rurais criaram competição para as empresas estatais e elas mesmas foram moldadas pelo processo competitivo. Em última análise, esse clima competitivo pode ter sido adequado para superar algumas das desvantagens sob as quais as empresas rurais trabalhavam devido ao controle do governo local e às distorções do sistema econômico como um todo⁵⁷.

Na véspera da transição econômica, em 1978, a indústria chinesa era composta por milhares de organizações semelhantes de propriedade pública. As empresas estatais (State-owned enterprises – SOE) produziram 77% da produção industrial. “Empresas coletivas” eram fábricas que (como os coletivos agrícolas) eram nominalmente propriedade dos trabalhadores

⁵⁵ CHEN, Hongyi. *The Institutional Transition of China's Township and Village Enterprises: Market Liberalization, Contractual Form Innovation and Privatization*. 1ª edição. Londres. Editora Routledge. 2017. p. 50-59.

⁵⁶ NAUGHTON, Barry. *The Chinese economy: transitions and growth*. 1ª edição. Londres. The MIT Press. 2006. p. 279.

⁵⁷ DONG, Xiao-yuan, et al. *The Determinants of Employee Ownership in China's Privatized Rural Industry: Evidence from Jiangsu and Shandong*. *Journal of Comparative Economics*, 30:415–37.

da empresa, mas na verdade eram controladas por governos locais ou outros órgãos do estado. Os coletivos urbanos produziram 14% da produção e as TVEs rurais produziram os 9% restantes. A maior parte da indústria era urbana e de tamanho médio⁵⁸. As empresas muito pequenas eram praticamente inexistentes (menos de 5% da produção) e não existiam corporações com várias fábricas. As estatais dominantes carregavam muitos fardos. Como a unidade de trabalho urbana prototípica (*danwei*⁵⁹), as estatais eram responsáveis pelo bem-estar, saúde e doutrinação política de seus trabalhadores. Os gerentes tinham pouca flexibilidade e baixas recompensas, e eram obrigados a cumprir as metas do plano e a executar vários outros comandos dados por várias partes da burocracia. Havia pouca responsabilidade ou risco. Os novos entrantes, as TVEs, entraram na era da reforma amplamente aliviados por essas obrigações externas. Uma vez permitidos no mercado industrial, eles estavam prontos para se expandir rapidamente⁶⁰.

As empresas estatais expandiram os sistemas de crédito, incentivaram a expansão das exportações e criaram ferramentas que vinculavam a produtividade marginal do trabalhador ao seu salário. Assim, as empresas estatais se tornaram responsáveis pela criação de multinacionais preparadas para competir internacionalmente, com o objetivo de manter altos níveis de investimento e direcionar seus esforços para produzir bens mais avançados tecnologicamente⁶¹.

Dois pontos chaves do sucesso da industrialização chinesa, de acordo com Medeiros, foram 1) a permissão para que os incentivos de mercado trabalhassem com a coordenação do Estado e 2) o contexto político favorável em que as reformas ocorreram, tendo em vista a aproximação com os Estados Unidos em 1972, que eliminou o embargo à China e abriu seu mercado para os produtos chineses, o que ajudou a China a ter acesso ao crédito internacional⁶².

Outro ponto a ser destacado, segundo Milaré⁶³ é a busca constante da China pela autonomia tecnológica, que poderia ser obtida na estratégia de atração de investimento direto externo, de transferência de tecnologia e no uso das empresas estatais para avançar rumo a setores mais nobres da escala produtiva.

⁵⁸ NAUGHTON, Barry. *The Chinese economy: transitions and growth*. 1ª edição. Londres. The MIT Press. 2006. p. 286

⁵⁹ *Danwei* é um termo genérico que denota o local de trabalho socialista na China. Além do salário, *Danwei* costumava fornecer aos funcionários um pacote abrangente de bem-estar e serviços, incluindo moradia (Chai, 1996). Antes da década de 1980, *Danwei* era a unidade básica da organização econômica, social e espacial na qual a atividade econômica, a vida social e o controle político são integrados na China urbana (Björklund, 1986; Bray, 2005)

⁶⁰ *Idem*.

⁶¹ MILARE, Luis Felipe. Chinese industrialization from the New-Developmental perspective. **Brazil. J. Polit. Econ.**, São Paulo .v. 40, n. 1. Mar. 2020. p. 53-67.

⁶² MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Economia política do desenvolvimento recente da China. *Brazilian Journal of Political Economy*, 19(3). sep/1999.

⁶³ MILARÉ, Luís Felipe Lopes. O processo de industrialização chinesa: uma visão sistêmica. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências e Tecnologias para a sustentabilidade. Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011. p. 62-64.

Conforme a produção e a produtividade aumentavam, graças as reformas na estrutura produtiva, a China se abria cada vez mais e se modernizava, tendo superado inclusive a sua capacidade de importar máquinas e equipamentos através da expansão das exportações. Para alcançar uma rápida industrialização, a China utilizou diversos incentivos, de acordo com Milaré:

Diante do objetivo de se industrializar, a China fez (e faz) uso dos mais diversos incentivos, diretos e indiretos, para fomentar sua indústria. Entre eles, podemos citar: a atração de Investimento Direto Externo (IDE) com intuito de obter tecnologia; incentivo à cópia e à engenharia reversa; câmbio artificialmente depreciado; financiamento estatal abundante para novos empreendimentos a taxas de juros reduzidas; elevadas taxas de investimento/acumulação; e elevados volumes de exportação. As exportações constituem um dos pilares da estratégia de industrialização chinesa. Através dos vultosos volumes exportados, a China é capaz de internalizar o dinamismo externo ampliando sua produção e estimulando a formação/modernização de sua indústria. Para que estes volumes expressivos de exportação fossem conquistados, diversas reformas foram realizadas. Iniciaremos a análise com a criação das Zonas Econômicas Especiais (ZEEs), posteriormente avaliaremos a política de atração de IDE e, por fim, sua entrada na OMC⁶⁴.

As Zonas Econômicas Especiais (ZEEs) foram criadas no início dos anos 80 com intuito de fomentar as exportações e atrair investimento direto externo. As empresas que se instalassem na região receberiam uma série de benefícios, dentre os principais: liberdade cambial e isenções fiscais⁶⁵.

Embora principalmente uma medida de reforma econômica, as ZEE's foram apenas o primeiro de vários outros tipos de novas zonas experimentais de desenvolvimento e investimento direto que surgiram para desempenhar um papel importante na modernização tecnológica da China. As ZEE's foram estabelecidas propositadamente longe da capital, ao longo das áreas costeiras do sudeste da China: na província de Fujian (oposta a Taiwan) e na província de Guangdong (fora de Hong Kong). Essas zonas representaram as primeiras

⁶⁴ Idem. p. 63

⁶⁵ Ibidem p. 64

tentativas cautelosas da China para implementar reformas econômicas orientadas para o mercado e para abrir as portas para o investimento estrangeiro e tecnologia⁶⁶.

Apesar que tais zonas tenham sido bem-sucedidas em geral na atração de investimento estrangeiro, inicialmente elas não haviam atraído as desejadas indústrias de alta tecnologia como pretendido. Em vez disso, a indústria leve e a manufatura comercial de baixa tecnologia têm dominado os investimentos nessas áreas. Para encorajar formas adicionais e mais avançadas de investimento estrangeiro, os líderes chineses expandiram esse modelo ao anunciar a formação de vários novos tipos de zonas de investimento. De 1984 a 1995, a China estabeleceu Zonas Especiais de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico, Zonas de Livre Comércio e Zonas de Desenvolvimento de Alta Tecnologia⁶⁷.

Nessas áreas delimitadas, empresas com investimento estrangeiro, joint ventures sino-estrangeiras, e as empresas totalmente estrangeiras têm permissão e são abertamente encorajadas a transferir tecnologia e know-how estrangeiros, juntamente com a construção de fábricas, processamento de exportação e montagem. O investimento estrangeiro nesses corredores foi atraído por tratamento regulatório especial, taxas alfandegárias e fiscais preferenciais e outros incentivos financeiros destinados a atrair as empresas comerciais de alta tecnologia líderes mundiais. Como tal, a economia especial da China e outras zonas de investimento se tornaram o principal motor do crescimento da economia chinesa. Essas zonas também são os canais principais para transferências de tecnologia comercial estrangeira⁶⁸. Conforme observado anteriormente, no entanto, com exceção das Zonas de Desenvolvimento de Alta Tecnologia expansivos, a maioria dessas zonas de investimento está localizada em áreas costeiras longe das empresas industriais de defesa da China, que monopolizaram a maioria dos ativos de C&T do país em meados da década de 1980. Para explorar o fluxo crescente de investimento estrangeiro e tecnologia, os líderes em Pequim decidiram que uma nova estratégia era necessária para acelerar o desenvolvimento científico e tecnológico⁶⁹.

A adaptação eficaz da tecnologia sustentou o rápido crescimento, aumentando a produtividade com a qual os insumos são convertidos em produtos. O rápido crescimento dos insumos, combinado com um aumento contínuo da produtividade impulsionada pela tecnologia, foi necessário para que a China mantivesse seu rápido crescimento nas próximas

⁶⁶ NAUGHTON, Barry. *The China Circle: Economics and Technology in the PRC, Taiwan, and Hong Kong*. Washington. Brookings Institution Press. 1997. p. 75-80

⁶⁷ *Ibidem* p. 91-93

⁶⁸ *Ibidem* p. 95

⁶⁹ *Ibidem*. p. 98-99

décadas. Além disso, não se trata apenas de que o crescimento da produção, em um sentido mecânico, seja igual ao crescimento dos insumos mais o crescimento da produtividade⁷⁰.

A utilização mais econômica do conhecimento é um passo na direção de uma sociedade cada vez mais criativa e inovadora. Talvez nenhuma questão seja mais efetivamente os legisladores, líderes empresariais e o público na China do que o desejo de impulsionar a China para um futuro de alta tecnologia.

Uma abordagem para analisar a tecnologia em um contexto econômico é considerar a tríade de esforço de tecnologia (refletindo o volume de recursos investidos em pesquisa e desenvolvimento, ou P&D, e a estratégia política que o orienta), a base de recursos humanos (que define o possível capacidades e reflete o resultado de longo prazo do esforço de tecnologia), e as instituições e incentivos que determinam quais ideias e tecnologias realmente são aplicadas ao processo de produção. Tanto o esforço tecnológico quanto o crescimento da base de recursos humanos contribuem para o acúmulo de conhecimento, enquanto instituições e incentivos determinam quanto do conhecimento será aplicado na área de produção⁷¹.

Esses dois aspectos - geração e aplicação de conhecimento - são os dois lados da imagem da tecnologia; a capacidade de aplicar o conhecimento é pelo menos tão importante, em um contexto econômico, quanto o esforço tecnológico ou a base de recursos, mas mais difícil de medir e avaliar.

A seguir, será examinado o esforço no desenvolvimento de tecnologia e a evolução estratégica das políticas de P&D. O compromisso renovado e a consistência da política de desenvolvimento de tecnologia do governo foram cruciais para que a China pudesse dar um salto rápido para uma economia de alta tecnologia.

1.2. Revisando a Estratégia de Desenvolvimento de C&T da China: Vinculando C&T à Economia.

Após o estabelecimento da República Popular da China em 1949, a China adotou o modelo da ex-União Soviética de universidades abrangentes e especializadas combinadas com uma grande rede de institutos de pesquisa. Os institutos de pesquisa públicos realizaram quase

⁷⁰ SHIJIN, Liu, et al. *A Trap or High Wall? Real Challenges and Strategic Choices Facing China's Economy*. CITIC Press, 2011.

⁷¹ Idem

todos os projetos de pesquisa, enquanto as universidades estavam envolvidas apenas em um número limitado de atividades de pesquisa. A maior parte das pesquisas científicas concentrava-se em projetos militares, que eram planejados e apropriados de maneira centralizada pelo governo. O governo era a principal fonte de financiamento de ciência e tecnologia (C&T) e atribuía tarefas por meio de ordens administrativas. Antes da reforma, embora muitas empresas tivessem seus próprios institutos e organizações de C&T, a capacidade interna de pesquisa e desenvolvimento (P&D) era bastante fraca. Além disso, a segregação do sistema de C&T da indústria resultou em um escopo e uma gama limitados de atividades de pesquisa industrial. E foi a partir da década de 80 que o sistema de C&T da China passou por reformas significativas⁷².

O governo instituiu, ao longo da década, várias reformas importantes que continuam a influenciar o desenvolvimento científico e econômico. O ano de 1985 foi um divisor de águas para a formulação de políticas de C&T. Em março daquele ano, o Comitê Central do Partido Comunista da China anunciou sua "*Decisão sobre a Reforma do Sistema de Gestão de C&T*"⁷³. O slogan para a reforma C&T de 1985 - "construindo a nação com ciência e educação" - mostra que a educação e a pesquisa científica foram consideradas chaves para o desenvolvimento do país⁷⁴. Uma reforma política histórica, afirmando que a ciência e a tecnologia modernas constituem os fatores mais dinâmicos e decisivos nas novas forças produtivas, incentivando a reforma do sistema de gestão e tecnologia.

Esta decisão foi um ponto de virada na estratégia de desenvolvimento, que se concentrava principalmente no desenvolvimento industrial orientado para o mercado. Entre as reformas estabelecidas, estava uma mudança na gestão do governo central das atividades de C&T, com uma mudança no sentido de instituir um papel de supervisão mais limitado e eficaz, permitindo ao mesmo tempo maior tomada de decisão no nível local e institucional⁷⁵.

O papel do governo central seria principalmente fornecer "orientação", em vez de alocar automaticamente apoio financeiro para P&D. Isso significava, pela primeira vez, que pesquisadores civis e militares teriam que competir por financiamento governamental de P&D. A decisão também apelou a uma maior colaboração e coordenação entre os institutos de

⁷² XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Journal Technology in Society*. n° 29. 2007. p. 317–325.

⁷³ CAO, Cong. *Reforming China's S&T system*. *Journal Science*. volume 341. Publicado em Agosto de 2013.

⁷⁴ XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Journal Technology in Society*. n° 29. 2007. p. 317–325.

⁷⁵ SHIJIN, Liu. *Between Tradition and Modern: Growth Mode Transformation and Choice of New Type Industrialization Path*. China Renmin University Press. 2006. p. 89-91.

pesquisa, universidades e empresas industriais comerciais e de defesa, a fim de acelerar a comercialização e a aplicação prática dos resultados da pesquisa C&T⁷⁶.

Além disso, essas reformas buscaram melhorar a absorção da China de know-how tecnológico estrangeiro, abrindo canais para especialistas e tecnologias estrangeiras de C&T, bem como redistribuindo "racionalmente" pessoal de C&T doméstico (ou seja, realocando pesquisadores mais perto de empresas comerciais e linhas de produção). Essa estratégia de reforma e desenvolvimento de tecnologia aprimorada colocou a China no caminho para se tornar uma economia mais moderna e de alta tecnologia⁷⁷.

Após a decisão histórica em 1985, veio uma série de planos nacionais de desenvolvimento de C&T ambiciosos e de longo prazo. Esses programas nacionais tinham como objetivo orientar os esforços científicos e de pesquisa para longe do sistema centralmente planejado, hierárquico e financiado pelo estado e para o desenvolvimento acelerado de ciência e tecnologia mais receptivas às necessidades industriais, comerciais e de defesa. Embora ainda supervisionados e financiados pelo governo central, os funcionários locais do governo adotaram diferentes estratégias para implementar essas políticas com base nos interesses regionais e locais, indústrias e infraestruturas⁷⁸. A seguir, eles serão apresentados resumidamente:

- **Programa Spark (1986):** Esta iniciativa se concentra no desenvolvimento da economia rural da China, aplicando avanços científicos e tecnológicos à agricultura, geralmente por meio de programas piloto e por meio de “Zonas de Tecnologia Intensiva de Spark”. O programa também promove a popularização da C&T nas áreas rurais, bem como o treinamento técnico para a vasta população rural da China.
- **Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Hi-Tech / Programa 863 (1986):** Este programa destaca as prioridades estratégicas de P&D da China, concentrando-se na pesquisa aplicada básica e avançada em oito áreas principais: tecnologia de automação, biotecnologia, tecnologias de energia, tecnologia da informação, tecnologia a laser, materiais novos e avançados, tecnologia marítima e tecnologia espacial. Os cientistas de armas estratégicas da China inicialmente propuseram a necessidade deste programa, que tem a distinção de ter sido pessoalmente aprovado por Deng Xiaoping em março de 1986 (conforme refletido no nome do programa). No entanto, a ênfase contínua do

⁷⁶ YANG, Dali. “State and Technological Innovation in China: A Historical Overview 1949-89. Asian Perspective, vol. 14, no. 1, 1990, pp. 91–112.

⁷⁷ SHIJIN, Liu. *Between Tradition and Modern: Growth Mode Transformation and Choice of New Type Industrialization Path*. China Renmin University Press. 2006

⁷⁸ YANG, Dali. “State and Technological Innovation in China: A Historical Overview 1949-89. Asian Perspective, vol. 14, no. 1, 1990, pp. 91–112.

programa no desenvolvimento de tecnologia civil e militar estratégica e seu objetivo declarado de alcançar a paridade tecnológica com as nações industrializadas tornou, às vezes, uma perspectiva controversa para o investimento estrangeiro.

- **Programa Torch (1988):** Os projetos Torch enfatizam o desenvolvimento industrial de alta tecnologia e a pesquisa aplicada, particularmente a aplicação comercial dos avanços da pesquisa alcançados através do programa 863. Sob o Programa Torch, a China estabeleceu 53 Zonas de Desenvolvimento de Alta Tecnologia em nível estadual, muito mais zonas de desenvolvimento de alta e nova tecnologia com base local e regional, bem como centenas de centros de incubação de tecnologia e negócios frequentemente localizados nessas zonas. Entre as zonas estabelecidas no programa Torch está o impressionante corredor Zhongguancun de Pequim, localizado no noroeste do distrito de Haidian, lar de muitas empresas multinacionais e empresários de alta tecnologia da China, institutos de pesquisa e universidades importantes. O Programa Torch busca criar nessas zonas um ambiente e infraestrutura propícios à inovação de alta tecnologia e busca ativamente parceiros internacionais para colaborar e investir em indústrias de alta tecnologia. Nessas zonas, as empresas designadas pelo Programa Torch como empresas de nova ou de alta tecnologia (incluindo centros de P&D) gozam de tratamento preferencial em termos de financiamento estatal, empréstimos para construção, bem como taxas de impostos e descontos
- **Programa Nacional de Novos Produtos (1988):** Este programa apoia esforços de P&D que resultam em novos produtos de alta tecnologia, particularmente aqueles baseados em nova propriedade intelectual, produzidos principalmente (80 por cento ou mais) com componentes produzidos internamente, têm alto potencial de exportação, ou são compatíveis com os padrões internacionais.
- **Programa Nacional de Difusão de Ciência e Tecnologia (1990):** Este programa oferece suporte a empresas estatais para a aplicação de resultados de P&D científicos e tecnológicos em aplicações comerciais. Os programas de P&D bem-sucedidos são reconhecidos e incluídos em uma lista anual de “Diretrizes de Programas” para possíveis investimentos por empresas comerciais. O programa é financiado por meio de empréstimos estaduais, financiamento do governo local e capital investido pela empresa.
- **Programa Nacional de Prioridades de Pesquisa Básica (1991):** Este programa promove ênfase contínua na pesquisa científica básica.

- **Programa Nacional de Desenvolvimento de Prioridades de Pesquisa Básica / Programa 973 (1997):** Este programa adota uma abordagem estratégica e multidisciplinar voltada para o futuro para identificar e promover as necessidades básicas de P&D, ciência e educação da China em áreas como desenvolvimento econômico e de alta tecnologia, tecnologias ambientais e ecologicamente corretas e melhores recursos de energia e saúde.

Assim, a comunidade científica teve seus esforços redirecionados para uma pesquisa mais baseada no mercado e orientada para os resultados. Esses programas nacionais de desenvolvimento de C&T têm como objetivo ajudar a orientar essa transição, oferecendo incentivos à inovação e ao empreendedorismo, bem como limitando as alocações de fundos estaduais aos institutos e empresas mais produtivos, forçando, assim, pesquisadores e instituições a competir por recursos estatais⁷⁹.

Após a viagem de Deng Xiaoping pelo sul em 1992, a transformação do sistema econômico da China entrou em uma nova fase. No contexto da macro-reforma, a reforma do sistema de C&T passou por importantes ajustes estruturais. A “ Lei de Progresso de C&T ” e o “ Programa de Escalada ” foram iniciados para promover a pesquisa básica, enquanto as instituições públicas de pesquisa e universidades receberam maior autonomia operacional para realizar pesquisas⁸⁰.

Em particular, depois que o Conselho de Estado emitiu um endosso de empresas afiliadas a universidades / institutos de pesquisa em um documento apresentado pelas Comissões de Educação e Ciência para fornecer diretrizes para a administração de empresas administradas por universidades em 1991, o vínculo universidade-indústria foi grandemente fortalecido⁸¹. As universidades e institutos governamentais foram incentivados a estabelecer várias formas de vínculo com empresas, incluindo serviços técnicos, cooperação em desenvolvimento, produção e gestão, bem como investimento em tecnologia. Eles também foram incentivados a estabelecer suas próprias empresas de alta tecnologia. Pesquisadores e professores universitários foram autorizados a aceitar empregos de pesquisa em tempo parcial

⁷⁹ FEINSTEIN, Charles. *Chinese Technology Transfer in the 1990s: Current Experience, Historical Problems and International Perspectives*. Cheltenham: Edward Elgar. 1997

⁸⁰ LIU, Feng Chao. China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. *Research Policy*, 40(7). 2011.917–931.

⁸¹ LIU, Feng Chao. China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. *Research Policy*, 40(7). 2011.917–931.

ou integral em empresas ou estabelecer suas próprias empresas de alta tecnologia, mantendo seus cargos⁸².

Uma década após o anúncio da “Decisão sobre a Reforma do Sistema de Gestão de C&T” de 1985, os líderes chineses reiteraram esses objetivos de C&T em uma “Decisão sobre a Aceleração do Progresso Científico e Tecnológico” conjunta do Comitê Central do Partido Comunista Chinês e do Conselho de Estado, emitida em maio de 1995 pouco antes da Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia. Este novo documento deu início a uma segunda fase de grandes reformas que se baseariam em programas de C&T existentes enquanto “revitalizavam o país por meio da ciência e da educação”⁸³.

Em parte, a reforma de 1995 foi um esforço da próxima geração de líderes da China para colocar sua marca na modernização e formulação de políticas de C&T. Também ocorreu em um momento em que o investimento estrangeiro disparou, tornando 1993 o ano de pico do investimento estrangeiro direto na China. Os líderes chineses procuraram explorar melhor essa tendência a fim de impulsionar os esforços de modernização tecnológica, principalmente devido à demonstração militar de alta tecnologia das forças dos EUA que testemunharam durante a Guerra do Golfo de 1991⁸⁴.

Além disso, a reforma de 1995 descreve uma série de objetivos, incluindo uma maior ênfase na educação e treinamento; estabelecimento de joint ventures (com parceiros nacionais ou estrangeiros) e promoção de capital de risco nacional; colaborar com especialistas estrangeiros e parceiros de joint venture para adquirir tecnologia e know-how; aumento dos gastos do governo em C&T (até 1,5% do PIB até o ano 2000, conforme citado no Nono Plano Quinquenal); promoção de programas e tecnologias de desenvolvimento sustentável; aumentar as inovações domésticas em setores-chave da indústria; e desenvolver capacidades tecnológicas avançadas para “igualar-se às dos países avançados em alguns campos”⁸⁵.

O que é mais notável sobre o documento de 1995 é o lançamento público de um estudo que avalia o progresso e as lições aprendidas durante os primeiros dez anos de reforma. Este longo relatório de mais de 400 páginas oferece uma visão muito franca e crítica dos desafios restantes e das áreas de problemas futuros na busca contínua da China para avançar suas

⁸² SCHEIDT, Patrick Walter Rüdiger; MATOS, Guilherme Paraol. Uma análise sobre o papel do governo chinês nos parques científicos e tecnológicos (zonas de alta tecnologia) na China. Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí –REAVI, v.08, nº 13. Publicada em dezembro de 2019. p. 084-094.

⁸³ LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press. 2000. p. 45-57.

⁸⁴ Idem.

⁸⁵ XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. *Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. Technology in Society, 29(3)*. 2007. p. 317–325.

capacidades científicas e tecnológicas ⁸⁶ . A influência das ideias ocidentais na inovação científica e tecnológica é claramente evidente, incluindo uma avaliação da formulação de políticas de C&T em vários outros países, como Alemanha, Japão, Coreia do Sul, União Soviética e Estados Unidos⁸⁷.

O estudo também descreve as preocupações para o desenvolvimento de C&T relacionadas à entrada da China na Organização Mundial do Comércio. Embora o governo chinês continuaria a enfrentar vários desafios na modernização de seu sistema de C&T, a disposição da liderança para enfrentar abertamente, discutir e aprender com as dificuldades do passado é um bom presságio para o que viria a seguir.

Outra grande mudança nos anos 90 e que foi fundamental na formulação de políticas de C&T é a implementação de políticas de P&D para estabelecer uma abordagem mais moderna para o desenvolvimento de C&T por meio de um Sistema Nacional de Inovação. Para alcançar este último, são necessários mais do que mandatos do governo central de cima para baixo ou mesmo programas de incentivo para orientar institutos de pesquisa e empresas; requer uma abordagem abrangente, coordenada e inclusiva para o desenvolvimento da ciência e tecnologia⁸⁸.

Os planejadores do governo estabeleceram zonas de alta tecnologia nas proximidades das Universidades e institutos de pesquisa com o objetivo de promover vínculos entre pesquisadores e empresas. De 1991 a 2003, 53 zonas nacionais de alta tecnologia foram estabelecidas. As principais indústrias nessas zonas foram tecnologia da informação, biotecnologia, novos materiais e novas tecnologias de energia. As zonas nacionais de alta tecnologia receberam RMB 155 bilhões de investimentos em infraestrutura e abrigaram 32.857 empresas em 2003⁸⁹.

O Sistema Nacional de Inovação envolve uma estratégia abrangente para explorar as contribuições para o desenvolvimento da C&T feitas por várias partes interessadas: agências governamentais, administradores locais, universidades, institutos de pesquisa e, o mais importante, o mercado⁹⁰. Ao longo da era da reforma pós-1985, os líderes do governo adotaram essa abordagem mais complexa para a formulação de políticas de C&T, reconhecendo que

⁸⁶ PIRAGIBE, Clélia Virgínia Santos. China: reformas domésticas e inserção internacional: inovações institucionais e dependência de traje. 2017.221 f., il. Tese (Doutorado em Relações Internacionais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

⁸⁷ Idem.

⁸⁸ CASSIOLATO, José Eduardo. As Políticas de ciência, tecnologia e inovação na China. Boletim de Economia e Política Internacional. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). 2015.

⁸⁹ SCHAWAAG, Sylvia Serger, S. China's 15-year plan for scientific and technological development – a critical assessment. Asia Policy, (4). 2007. p. 135-164.

⁹⁰ CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Algumas reflexões sobre a política de C&T da China. Texto apresentado no Seminário Internacional Brasil e China no Reordenamento das Relações Internacionais: Desafios e Oportunidades, Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (Ipri) e Instituto de Estudos Brasil-China (IBRACH), Rio de Janeiro, 2011

reformas institucionais adicionais e interações mais dinâmicas e produtivas entre cientistas, pesquisadores e empresas são essenciais para a modernização da China. Assim, todas as partes interessadas têm um papel no avanço e aquisição de tecnologia, mas são os vínculos emergentes entre empresas e instituições que têm sido o foco principal durante a era de reforma pós-1985⁹¹.

Outra característica que marca o período de reforma pós-1985 foi a reforma legal. Essas reformas ajudaram a promover o investimento estrangeiro em alta tecnologia e forneceram as proteções legais necessárias para a inovação local. Nas últimas duas décadas, o país promulgou (e, na maioria dos casos, atualizou) novas leis que regem a produção, transferência e proteção da pesquisa científica, tecnologia e propriedade intelectual⁹². As principais reformas legais relacionadas à tecnologia incluem o seguinte:

- **Lei de Marcas Registradas (adotada em 1982, emendada em 1993, atualizada em 2001 e 2002):** Esta lei descreve a autoridade da marca registrada, procedimentos, o uso de marcas registradas e um processo de adjudicação. No entanto, a lei não oferece tratamento igual a marcas estrangeiras e exige o uso de serviços jurídicos chineses para registrar uma marca estrangeira.
- **Lei do Contrato de Tecnologia (1987):** Essa lei padronizou os contratos de tecnologia que abrangem a comercialização de resultados de pesquisas e o seu encerramento. A lei aplica-se apenas a contratos entre pessoas domésticas e empresas.
- **Lei de Patentes (adotada pela primeira vez em 1984, emendada em 1993, atualizada em 2000 e 2001):** Esta lei estabelece pela primeira vez os procedimentos de patentes da China, as diretrizes de resolução de disputas e os direitos legais dos inventores, que agora se estendem por 20 anos. Ao abrigo desta lei, no entanto, os pedidos de patentes só podem ser apresentados por um serviço de patentes chinês registrado, que os investidores estrangeiros devem contratar para este fim.
- **Lei de Direitos Autorais (adotada em 1990, atualizada em 2001):** Abrangendo aplicativos de direitos autorais nacionais e estrangeiros, esta lei inclui software de computador sob a definição de “obras” protegidas. Também estabelece regras de contrato, direitos de propriedade, procedimentos de direitos autorais e responsabilidades.

⁹¹ Idem.

⁹² LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

- **Lei da Qualidade do Produto (1993):** Esta lei rege a produção e venda de produtos na China, definindo responsabilidades e especificações de controle de qualidade.
- **Lei de Promoção da Transformação de Realizações Científicas e Tecnológicas (1996):** De acordo com seu texto, esta lei abrange as “atividades de realização de experimentos de acompanhamento, desenvolvimento, aplicação e popularização de realizações científicas e tecnológicas de valor prático, que tenham sido feita através da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico, desenvolvendo assim novos produtos, novas técnicas e novos materiais e formando novas indústrias a fim de elevar o nível das forças produtivas.” Pela primeira vez, esta lei forneceu diretrizes específicas que regem as transferências de tecnologia nacionais e estrangeiras (incluindo P&D), aprimorou os direitos de propriedade intelectual e proteções para a colaboração tecnológica (incluindo segredos comerciais, pagamento de royalties e responsabilidades devido a violações) e promoveu o uso de capital de risco no desenvolvimento de empresas de novas tecnologias de alto risco.

Assim, ao observar os programas e leis fica evidente que o governo chinês se comprometeu a fornecer vários tipos de apoio financeiro às indústrias de pilares, para proteger os produtos domésticos contra a concorrência estrangeira e permitir acesso ilimitado ao mercado para investimentos estrangeiros em troca de transferência de tecnologia avançada⁹³.

Ao adotar a estratégia de acesso à transferência de tecnologia em troca do mercado interno no final dos anos 80, o governo chinês incentivou a transferência de tecnologia avançada das empresas transnacionais oferecendo acesso ao mercado interno chinês em troca. A estratégia foi elaborada com a forte intenção de atrair investimento estrangeiro direto tecnologicamente avançado e de explorar os efeitos colaterais do investimento direto estrangeiro⁹⁴.

As medidas de transferência de tecnologia incluíam: **(i)** provisões de transferências avançadas e contínuas de tecnologia como parte de futuros acordos de joint venture; **(ii)** exigência de revisão e aprovação do governo central de certas joint ventures de eletrônicos para garantir a conformidade com as políticas industriais do estado; **(iii)** restrição de empresas totalmente estrangeiras e exigência de não menos de 50% do patrimônio local em joint ventures;

⁹³ LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

⁹⁴ ZHAO, Zhongxiu; HUANG, Xiaoling. China's Industrial Policy in Relation to Electronics Manufacturing. *Journal China & World Economy*. n° 15. 2007. p. 33-51.

(iv) restrição de empreendimentos conjuntos de mão-de-obra intensiva, a menos que a exportação de 100% dos produtos seja garantida; e (v) exigência de 70% de exportação de produtos fabricados em joint venture, a fim de usufruir de tratamento preferencial⁹⁵. O enorme potencial do mercado chinês e a estratégia de transferência de tecnologia atraíram uma grande quantidade de investimento de capital estrangeiro nos anos 90.

O governo chinês mantinha uma política de “poucas empresas, em grande escala” nos principais setores, reduzindo as empresas multinacionais em cada setor a poucas, de modo que amplas a participação de mercado foi deixada para as empresas domésticas, uma vez alcançadas⁹⁶. O efeito negativo da política de permitir poucas (porém grandes) empresas de capital estrangeiro em cada setor estratégico, foi evidenciado em meados da década de 90. Embora a motivação inicial da política tenha sido proteger o mercado doméstico de tais indústrias de serem dominados por empresas estrangeiras, as consequências foram bem opostas⁹⁷. Apenas alguns projetos investidos no exterior foram aprovados em cada setor, enquanto as empresas domésticas não eram competentes para competir nem em número suficiente para capturar participação de mercado adequada.

Portanto, os primeiros operadores das empresas transnacionais obtiveram posições dominantes no mercado, se não monopólio, o que reduziu a urgência de transferir tecnologia avançada para a China. O governo chinês mudou sua política e convidou mais empresas multinacionais a acessarem o mercado chinês, o que resultou em aumento da concorrência entre empresas multinacionais. A atualização da tecnologia no setor começou a acelerar. As empresas estrangeiras foram forçadas a trazer para o país a tecnologia de ponta, e as empresas domésticas foram obrigadas a fazer inovações tecnológicas contínuas⁹⁸.

A partir de 1997 a globalização aumentou o potencial de mercado da China, atraindo mais investimento estrangeiro direto do que nunca. A China, sem dúvida, colheu enormes benefícios desse influxo de capital e do know-how tecnológico que normalmente acompanha P&D e investimentos de alta tecnologia. Na verdade, o investimento estrangeiro começou a se

⁹⁵ XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Technology in Society*, 29(3). 2007. p. 317–325.

⁹⁶ HUANG, C. et al. Organization, program and structure: analysis of the Chinese innovation policy framework. *R&D management*, v. 34, n. 4, p. 367-387, 2004.

⁹⁷ CUNHA, Samantha Ferreira e; XAVIER, Clésio Lourenço. Fluxos de investimento direto externo, competitividade e conteúdo tecnológico do comércio exterior da China no início do século XXI. *Rev. Econ. Polit.*, São Paulo.v. 30, n. 3. Publicado em setembro de 2010. p. 491-510.

⁹⁸ CUNHA, Samantha Ferreira e; XAVIER, Clésio Lourenço. Fluxos de investimento direto externo, competitividade e conteúdo tecnológico do comércio exterior da China no início do século XXI. *Rev. Econ. Polit.*, São Paulo.v. 30, n. 3. Publicado em setembro de 2010. p. 491-510.

afastar de indústrias principalmente de mão-de-obra intensiva para setores de manufatura de maior valor agregado e de alta tecnologia⁹⁹.

Além disso, a fonte de investimento estrangeiro mudou principalmente de pequenas e médias empresas a investimentos de maior porte por corporações multinacionais, muitas das quais fornecem compensações relacionadas à tecnologia como parte desses investimentos. Ao mesmo tempo, entretanto, o país se tornou mais vulnerável às influências globais. Começando com o início da crise financeira asiática em 1997¹⁰⁰, os líderes ganharam uma avaliação muito mais completa dos riscos, bem como das recompensas da expansão da interdependência internacional.

Tendo há muito aceitado uma abordagem de portas abertas para a modernização e seus riscos inerentes, é difícil imaginar uma grande reversão de política por parte de Pequim. De fato, uma das lições que Pequim tirou da crise financeira asiática foi abandonar o modelo de crescimento baseado nas exportações adotado pelos vizinhos e se concentrou no desenvolvimento econômico por meio da expansão do crescimento nas indústrias de alta tecnologia¹⁰¹. O investimento estrangeiro em alta tecnologia é parte integrante dessa estratégia, assim como as centenas de centros estrangeiros de P&D de alta tecnologia surgiram nas cidades chinesas.

No início da década de 1990, a Comissão Estadual de Ciência e Tecnologia sentiu a necessidade de apoiar mais pesquisas básicas e iniciou o Programa Chave de Pesquisa Fundamental do Estado (o Programa Nacional de Escalada-Pandeng) para esse fim em 1991. O “Pandeng” acabou sendo substituído em 4 de junho de 1997 pelo “Programa Nacional de Projeto de Pesquisa Básica” (Programa 973). A pesquisa básica é uma força motriz para o progresso da civilização humana, uma fonte e espinha dorsal da C&T e do desenvolvimento econômico, uma precursora de invenções e novas tecnologias e um berço de talentos da C&T¹⁰².

O “Programa 973 possuía os seguintes objetivos: 1) Apoiar pesquisas multidisciplinares e fundamentais de relevância para o desenvolvimento nacional; 2) Promover a pesquisa básica de primeira linha; 3) Apoiar o cultivo de talentos científicos capazes de pesquisas originais; e 4) Construir centros de pesquisa interdisciplinares de alta qualidade. Ele incluiu uma série de

⁹⁹ LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

¹⁰⁰ A crise asiática foi um período de recessão econômica que atingiu grande parte dos países da Ásia em 1997 — em especial os chamados tigres asiáticos, o conjunto de países emergentes do Sudeste Asiático que, no momento, se destacavam por um grande crescimento e desenvolvimento econômico. Também conhecida como crise financeira asiática ou Contágio Asiático, esse evento rapidamente ganhou uma escala global, afetando indiretamente países e economias do mundo inteiro.

¹⁰¹ XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Journal Technology in Society*. n° 29. 2007. p. 317–325.

¹⁰² LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

projetos mais aplicados que podem ser considerados como pesquisa “orientada-básica”¹⁰³. Os projetos cobrem uma variedade de categorias (agricultura, energia, TI, meio ambiente, ciências da saúde, materiais, pesquisa interdisciplinar, ciência de vanguarda, pesquisa de proteínas, pesquisa de manipulação quântica, nanotecnologia, desenvolvimento e reprodução) e normalmente envolvem propostas apresentadas por equipes de pesquisadores para projetos normalmente com duração de cinco anos (e que estão sujeitos à revisão de especialistas após dois anos)¹⁰⁴.

Finalmente, em 2001, a China ingressa na OMC e o 10º Plano Quinquenal (2001-2005) enfatiza a importância econômica da indústria de tecnologia da informação e comunicação. A indústria de alta tecnologia agora é totalmente reconhecida e apoiada pelo governo. O 10º Plano Quinquenal (2001-2005) identificou software, fabricação de computadores, telecomunicações, lasers e aeroespacial como indústrias pilares. Ainda, o plano clama explicitamente por mais produtos e padrões de alta tecnologia produzidos internamente, áreas nas quais o país já possuía progressos expressivos¹⁰⁵. Em particular, as empresas chinesas começaram a trabalhar com parceiros estrangeiros e nacionais para criar padrões de tecnologia de nova geração em áreas tão diversas como discos versáteis digitais (DVDs), televisão de alta definição (HDTV), software de computador (utilizando o código-fonte aberto do Linux), circuitos integrados, equipamentos de comutação de telecomunicações e um novo padrão sem fio de terceira geração (3G)¹⁰⁶.

As transferências de tecnologia estrangeira - particularmente na forma de P&D - desempenharam um papel crítico na capacidade crescente da China de desenvolver novos padrões de alta tecnologia. Durante o período intermediário de investimento estrangeiro em P&D em meados da década de 1990, várias multinacionais de alta tecnologia conduziram pesquisa e desenvolvimento conjunto com parceiros chineses que envolveram integração de sistemas e P&D para adaptar os padrões tecnológicos. Isso geralmente era feito para atender às regulamentações chinesas que exigiam que as importações de tecnologia ou produtos recém-desenvolvidos fossem compatíveis com as especificações técnicas do governo, o que acrescentou incentivo para a colaboração de tecnologia sino-estrangeira¹⁰⁷.

¹⁰³ MAO, Jie. TANG, Shiping, ZHI, Qiang. China As a 'Developmental State' Miracle: Industrial Policy, Technological Change, and Productivity Growth. *Journal of Productivity Analysis*. Publicado em março de 2017.

¹⁰⁴ XU, Chenggang. The Fundamental Institutions of China's Reforms and Development. *Journal of Economic Literature* 49 (4). 2011. p. 1076-1151.

¹⁰⁵ HONG, Yu. Reading the Twelfth Five-Year Plan: China's Communication-Driven Mode of Economic Restructuring. *International Journal of Communication*. 5. 2011. p. 1045-1057.

¹⁰⁶ XU, Chenggang. The Fundamental Institutions of China's Reforms and Development. *Journal of Economic Literature* 49 (4). 2011. p. 1076-1151.

¹⁰⁷ INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). UMA COMPARAÇÃO ENTRE A AGENDA DE INOVAÇÃO DA CHINA E DO BRASIL. São Paulo, 2011. Disponível em:

O lançamento do Plano de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006–2020) (MLP) em janeiro de 2006 foi um novo marco na iniciativa de inovação. Ao se comprometer com a promoção de capacidades mais fortes para a "inovação local" e saltar para posições de liderança em novas indústrias baseadas na ciência, a China declarou sua intenção de se tornar uma "sociedade orientada para a inovação" até o ano 2020 e um líder mundial em ciência e tecnologia até 2050¹⁰⁸.

Além do tratamento fiscal preferencial e políticas para zonas industriais de alta tecnologia, a assimilação de tecnologia estrangeira e o fortalecimento da proteção aos inovadores chineses, também existem políticas para fortalecer e diversificar o financiamento para ciência e tecnologia, tornar os gastos mais eficientes e desenvolver os recursos humanos da nação em ciência e tecnologia, incluindo o cultivo de especialistas de classe mundial, uma função ampliada para cientistas e engenheiros na indústria, recrutamento de talentos do exterior e reformas na educação para apoiar os objetivos de maior criatividade e comportamento inovador no ambiente de pesquisa¹⁰⁹.

Dentre as políticas de implementação do MLP, 37 delas podem ser colocadas na categoria de políticas de C&T, representando 46,8% do total. A política de C&T também inclui uma nova ênfase nas questões de talento, incluindo atração de talentos de alto nível do exterior, bolsas de pós-doutorado, educação contínua para profissionais, criação de profissionais em áreas rurais e assim por diante. Intimamente relacionada à questão do talento está a questão da educação, onde foram formuladas políticas de envio de estudantes e acadêmicos ao exterior com recursos do governo, aprimoramento de universidades voltadas para a pesquisa, apoio a disciplinas essenciais e abertura de instituições de ensino à sociedade para fins de popularização¹¹⁰. Centros e laboratórios de engenharia nacionais, centros de engenharia empresarial com certificação nacional, certificação de parques universitários de alta tecnologia em nível nacional e laboratórios nacionais importantes estabelecidos por institutos de P&D transformados estão entre os principais focos em relação à infraestrutura para apoiar o avanço e a inovação em C&T¹¹¹.

A política industrial também visa a questão do talento, especialmente a escassez de pessoal-chave nas áreas de importância crítica para a nação, a atração de talentos do exterior e

https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_492_uma_comparacao_entre_a_agenda_de_inovacao_da_china_e_do_brasil.html
(acesso em 20/10/2021)

¹⁰⁸ Idem.

¹⁰⁹ ARBIX, Glauco. Made in China 2025 e Industria 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. Tempo soc. São Paulo. v. 30, nº 3. Publicado em dezembro de 2018. p. 143-170.

¹¹⁰ ARBIX, Glauco. Made in China 2025 e Industria 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. Tempo soc. São Paulo. v. 30, nº 3. Publicado em dezembro de 2018. p. 143-170.

¹¹¹ Idem.

a avaliação e recompensa do pessoal-chave em institutos de P&D controlados pelo governo central, institutos de design e empreendimento. Também é interessante notar que a política industrial contém vários catálogos-chave - de tecnologias de informação-chave¹¹².

O MLP foi considerado a principal força motriz por trás da recente melhoria da competitividade global e tecnológica da China. O plano ajudou a aumentar o investimento em P&D, o número de pesquisadores em tempo integral e o número de artigos publicados e patentes. Uma série de medidas foram tomadas para abordar as deficiências e realizar uma correção de curso do MLP. Um documento político emitido em setembro de 2012, intitulado “Opiniões sobre o Aprofundamento da Reforma da Estrutura de Gestão da Ciência e Tecnologia e Aceleração da Construção do Sistema Nacional de Inovação” apresentou uma série de iniciativas. As principais reformas destacadas foram: 1) enfatizar o papel central das empresas na inovação; 2) melhorar a inovação colaborativa entre empresas, universidades e institutos de pesquisa; 3) reformular o sistema de gestão de C&T, abordando a compartimentação e melhorando as avaliações de desempenho.

Com base no MLP, o governo chinês elaborou vários programas críticos de acordo com a retórica da inovação local. Os legisladores chineses criaram o conceito de indústrias emergentes estratégicas: sete indústrias inovadoras apenas começando a se desenvolver, cuja expansão poderia impulsionar o crescimento mais amplo da China como uma economia internacionalmente competitiva. O Conselho de Estado codificou a importância dessas indústrias em um documento de política de outubro de 2010, chamado de *Decisão sobre a Aceleração do Desenvolvimento de Indústrias Emergentes Estratégicas*, que identificava as indústrias específicas que o governo central visaria¹¹³.

O impacto mais imediato da decisão foi sinalizar para as agências governamentais chinesas em todos os níveis que as políticas governamentais futuras em questões tão amplas como tributação, recursos humanos e pesquisa e desenvolvimento (P&D) devem apoiar o desenvolvimento das indústrias emergentes estratégicas. As políticas industriais subsequentes nos níveis de governo central e local frequentemente referenciam ou visam o desenvolvimento dessas indústrias designadas.

O 11º Plano Quinquenal (2006-2010) propôs otimizar e atualizar a estrutura industrial e melhorar a utilização de recursos, adotando os conceitos estratégicos de “Abordagem Científica para o Desenvolvimento” e “Construindo uma Sociedade Socialista Harmoniosa”. Segundo o

¹¹² LONG, Cheryl & Zhang, Xiaobo. Patterns of China's Industrialization: Concentration, Specialization, and Clustering. *China Economic Review* - CHINA ECON REV. 23. 2012.

¹¹³ HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. p. 98-102

presidente Hu Jintao, o país deveria implementar seriamente o conceito científico de desenvolvimento se quiser atingir as várias metas de desenvolvimento estabelecidas para o período do 11º Plano Quinquenal¹¹⁴.

De acordo com Delgado, o desenvolvimento científico, por sua vez, seria materializado na política de inovação endógena, com a qual a China buscava alterar sua posição nas cadeias internacionais de valor, internalizando parte de suas etapas, além de acentuar a capacidade de inovação do país, bem como edificar setores industriais que sinalizassem para a ocupação de posições de destaque no futuro¹¹⁵.

Ao final do período do 11º Plano Quinquenal, o país não só se tornou o maior centro de processamento de exportação de produtos eletrônicos de consumo do mundo, como também fabricou mais bens intermediários, incluindo componentes eletrônicos, materiais eletrônicos e equipamentos eletrônicos¹¹⁶. No entanto, apesar do perfil crescente de algumas empresas e da tendência de atualização da estrutura industrial, a China ainda não ocupou a posição de comando nas cadeias de valor globais.

O 12º Plano Quinquenal (2011-2015), tentou reestruturar a economia chinesa incentivando o consumo interno, desenvolvendo o setor de serviços, mudando para manufatura de maior valor agregado, conservando energia e limpando o meio ambiente. Três aspectos-chave da política industrial do 12º Plano Quinquenal são (1) foco no desenvolvimento científico, (2) apoio governamental para sete "*indústrias emergentes estratégicas*" e (3) construção de infraestrutura de transporte e energia¹¹⁷.

É importante ressaltar que os interesses divergentes entre os vários ramos do estado chinês - e o mais importante, a crescente competição entre as empresas chinesas com diferentes enfoques geográficos e de desenvolvimento - tornaram a formação de uma forte coalizão nacionalista por trás do modo de desenvolvimento tecnológico e industrial centrado na nação uma tarefa desafiadora.

Durante o 12º Plano Quinquenal, os gastos gerais em P&D aumentaram de \$ 105 bilhões (RMB 706,3 bilhões) em 2010 para \$ 194,3 bilhões (RMB 1,301,6 bilhões) em 2014. De acordo

¹¹⁴ HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. p. 104-105.

¹¹⁵ DELGADO, I. Política industrial na China, na Índia e no Brasil: legados, dilemas de coordenação e perspectivas. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3632/1/td_2059_.pdf>

¹¹⁶ LONG, Cheryl & Zhang, Xiaobo. Patterns of China's Industrialization: Concentration, Specialization, and Clustering. China Economic Review - CHINA ECON REV. 23. 2012.

¹¹⁷ MAO, Jie. TANG, Shiping, ZHI, Qiang. China As a 'Developmental State' Miracle: Industrial Policy, Technological Change, and Productivity Growth. Journal of Productivity Analysis. Publicado em março de 2017.

com a OCDE, em 2012, os gastos com P&D da China representaram 20% do total dos gastos globais com P&D, a segunda maior parcela do mundo, depois dos EUA¹¹⁸.

Neste período, o desenvolvimento de robôs industriais recebeu grande atenção e forte apoio do governo se comparado aos períodos anteriores. Em 2012, o Ministério da Ciência e Tecnologia anunciou grandes planos de desenvolvimento para robôs de manufatura e serviço inteligentes. De acordo com esses planos, o governo chinês faria grandes investimentos no desenvolvimento de robôs industriais, robôs de serviço e equipamentos avançados de automação de fabricação¹¹⁹. Com apoio governamental, foram estabelecidos mais de 30 parques industriais dedicados à fabricação de robôs. Assim, as instalações de robôs industriais aumentaram de 15.000 unidades em 2010 para 37.000 unidades em 2013. No final do 12º Plano Quinquenal, o mercado chinês de robôs industriais se tornou responsável por 20% do mercado global, se tornando o maior do mundo¹²⁰.

Em 2013, o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT) lançou sua “Orientação para a Promoção e Desenvolvimento da Indústria Robótica”. Algumas metas descritas no relatório incluem o desenvolvimento de 3 a 5 empresas de robôs líderes mundiais e 8 a 10 de suporte a clusters industriais; aumentar a participação no mercado global da China de produtos robóticos de ponta para mais de 45%; e promover o uso de robôs em fábricas com o objetivo de uma densidade de 100 robôs por 10.000 trabalhadores. Essas iniciativas foram reforçadas pelo lançamento do programa “Made in China 2025” no ano de 2015, que estabeleceu metas nacionais de produzir 100.000 robôs industriais por ano e atingir uma densidade de 150 robôs por 10.000 trabalhadores até 2020, o que triplicaria a densidade de robôs no setor de manufatura relatada para 2015¹²¹.

Outro ponto que seria melhor trabalhado no próximo plano quinquenal é a adoção e desenvolvimento da Inteligência Artificial. A partir de 2013, o país publicou vários documentos de política em nível nacional, que refletem a intenção de desenvolver e implantar IA em uma variedade de setores. Por exemplo, em 2015, o Conselho de Estado divulgou diretrizes sobre a ação 'Internet +', que procurava integrar a Internet em todos os elementos da economia e da

¹¹⁸ HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. p.115-117.

¹¹⁹ ERNEST, Dieter, From Catching Up to Forging Ahead in Advanced Manufacturing – Reflections on China's Future of Jobs. SSRN Electronic Journal. Publicado em 22/02/2016.

¹²⁰ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. Journal of Economic Perspectives, 33 (2). 2019. p. 71-88.

¹²¹ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. Journal of Economic Perspectives, 33 (2). 2019. p. 71-88.

sociedade ¹²² . O documento afirmava claramente a importância de cultivar indústrias emergentes de IA e investir em pesquisa e desenvolvimento.

O ano de 2013 parece ter sido um ponto de virada para os fabricantes de robótica: o número de empresas registradas dobrou a cada ano entre 2013 e 2015. Com base em relatórios públicos, os subsídios governamentais são um dos principais impulsionadores da ascensão desses fabricantes¹²³. A indústria de robôs chinesa também investiu fortemente em P&D. Em setembro de 2014, a indústria de robôs chinesa registrou 23.877 patentes relacionadas à tecnologia robótica, 56% das quais são patentes de invenção. O crescimento anual do número de patentes de inovação relacionadas à robótica foi de cerca de 40% durante 2005-2015¹²⁴.

O 13º Plano Quinquenal (2016–2020) —ratificado pelo Congresso Nacional do Povo, em março de 2016— estabeleceu a visão do Presidente Chinês e Secretário Geral do Partido Comunista Chinês (PCC) Xi Jinping, para o desenvolvimento da China nos próximos cinco anos. Este documento de 80 capítulos busca criar uma "sociedade moderadamente próspera em todos os aspectos" por meio de um crescimento inovador, coordenado, verde, aberto e inclusivo. O 13º Plano Quinquenal também amplia o compromisso declarado do governo chinês com a inovação, enfatizado no 12º Plano Quinquenal, um componente importante para mover a manufatura chinesa para cima na cadeia de manufatura de valor agregado e aumentando sua competitividade global futura e vantagem tecnológica. Notavelmente, as tecnologias de informação e comunicação são o setor de “maior prioridade” no 13º Plano Quinquenal. As tecnologias de informação e comunicação são o setor mais dinâmico na China e no mundo, especialmente depois que as redes de protocolo da Internet geraram uma explosão de plataformas, serviços e aplicativos¹²⁵. O 13º Plano Quinquenal observou que o desenvolvimento do ambiente, condições e conteúdo da tecnologia da informação global estão passando por mudanças profundas, atribuindo grande importância à Inteligência Artificial 2.0.

Seguindo um caminho de industrialização com características chinesas, a China avançou com sucesso a industrialização até o estágio final em um curto período de cerca de 30 anos desde a reforma e abertura. Esta é uma conquista notável na história do desenvolvimento humano¹²⁶. Desde 2003, a China tem feito grandes esforços para perseguir a estratégia de

¹²² HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. Pg. 118-120.

¹²³ Idem.

¹²⁴ LI, Hongbin; PRASHANT Loyalka. “Human Capital and China's Future Growth. *Journal of Economic Perspectives* 31(1). 2011. p. 25–48.

¹²⁵ HIRATUKA, Celio. Mudanças na estratégia chinesa de desenvolvimento no período pós-crise global e impactos sobre a AL: Texto para discussão. Instituto de Economia da Unicamp, Campinas- SP, n. 339. Publicado em 01/05/20218. p. 1-20.

¹²⁶ HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. Pg. 139

industrialização do novo tipo - uma estratégia para integrar industrialização e informatização. Tendo perdido as revoluções industriais anteriores, a China está determinada a alcançar outros países avançados. Para tornar o país uma potência de inovação global, o governo precisa ser um participante ativo da nova revolução tecnológica.

Estando em uma fase de '*catch-up tecnológico*', há um grande espaço para aumentar a produtividade por meio da transferência de tecnologia. A China está determinada a adquirir tecnologia de ponta por meio de investimentos externos em fusões e aquisições, bem como desenvolver sua tecnologia local, e o governo chinês está fortemente empenhado em tornar a China um 'país inovador'. As reformas econômicas atuais colocam ênfase no crescimento de qualidade.

Assim, o 13º Plano Quinquenal, o programa Made in China 2025, o Plano de Desenvolvimento da Indústria de Robótica e o Plano de Orientação Trienal para a Internet mais Inteligência Artificial (2016-2018) estão contribuindo para impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento em alta tecnologia.

2. CHINA, A FÁBRICA AUTOMATIZADA DO MUNDO.

O surgimento da China como uma potência manufatureira foi surpreendente. Nos últimos anos, a China se tornou o principal país manufatureiro do mundo, respondendo por mais de um terço da produção global, elevando os padrões de vida de sua população e dobrando o PIB per capita do país em relação à última década¹²⁷.

Contudo o país enfrenta novos desafios à medida que o crescimento econômico desacelera, os salários aumentam, as cadeias de valor se tornam mais complexas e os consumidores se tornam mais sofisticados e exigentes. Além disso, essas pressões estão aumentando no contexto de uma realidade macroeconômica mais fundamental: o declínio quase inevitável do papel relativo da manufatura na China à medida que ela fica mais rica¹²⁸. O crescimento da manufatura está desacelerando mais rapidamente do que o crescimento econômico agregado¹²⁹ e evidências sugerem que o país já está perdendo alguns novos investimentos em fábricas para locais de custo mais baixo, como o Vietnã, gerando preocupação sobre a competitividade industrial¹³⁰.

A China possui hoje a maior classe média do mundo. Os membros desse grupo já exigem produtos inovadores que requerem recursos de engenharia e manufatura que muitos produtores locais ainda não possuem de forma adequada¹³¹. Partindo deste ponto, um grande desafio é lidar com a crescente complexidade da cadeia de valor que acompanha o crescimento do consumidor. Embora os efeitos da complexidade da cadeia de valor variem de acordo com o subsetor de manufatura, a maioria dos consumidores chineses está mudando mais rápido do que as cadeias de suprimentos estão se adaptando. Na verdade, as cadeias de suprimentos no país - multinacionais e domésticas - geralmente são configuradas para um ambiente de baixo custo de mão de obra que está desaparecendo rapidamente.

À medida que os custos trabalhistas aumentam e a desaceleração do crescimento reduz a capacidade da produção industrial em constante crescimento da China de gerar ganhos

¹²⁷ TEN, Tobias Brink. *China's Capitalism: A Paradoxical Route to Economic Prosperity*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 2020

¹²⁸ A evidência empírica sugere que a contribuição relativa da manufatura para a economia nacional tende a atingir o pico quando atinge 20 a 35% do PIB do país. Hoje, o setor manufatureiro da China é responsável por cerca de 40% de seu PIB.

¹²⁹ Em 2011, a taxa de crescimento do PIB manufatureiro da China diminuiu 34 por cento desde o pico anterior à crise. O crescimento geral do PIB desacelerou em 20% no mesmo período.

¹³⁰ *Manufacturers Want to Quit China for Vietnam. They're Finding It Impossible*. The Wall Street Journal. Publicado em: 21/04/2019.

¹³¹ TEN, Tobias Brink. *China's Capitalism: A Paradoxical Route to Economic Prosperity*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 2020

regulares de produtividade, os fabricantes precisarão se esforçar para alcançar níveis globais de excelência operacional¹³².

As empresas e os legisladores estão, portanto, procurando atualizar os recursos de manufatura digital adotando a Indústria 4.0, a abreviação amplamente usada para automação e troca de dados em tecnologias de manufatura. A implantação em grande escala de robôs industriais pode aumentar a eficiência e reduzir custos, canalizando os recursos da vasta cadeia de suprimentos. Enquanto alguns trabalhadores seriam substituídos, novos - embora menos - seriam necessários para projetar, construir e operar as máquinas de manufatura. A vantagem da China em desenvolver uma manufatura inteligente está no espaço de mercado, nas vantagens de custo e também em um profundo conhecimento do mercado interno.

2.1. Visando o topo: como escapar da armadilha da renda média.

Nos últimos 40 anos, a China provou o sucesso de suas políticas voltadas à inovação tecnológica. O governo chinês estabeleceu um sistema de inovação nacional forte, apoiado por uma política industrial vigorosa que se esforça constantemente para melhorar a alocação de capital, coordenação de políticas e inovação relacionada à tecnologia. Seu intuito é promover um “projeto nacional”, que tem como objetivo principal garantir o crescimento e sustentabilidade do país, promovendo o desenvolvimento tecnológico, que fornece as condições necessárias para o crescimento sustentável do país.

O avanço industrial e tecnológico, desta forma, se deve muito a atuação do Estado como investidor. O desafio chinês de recuperar o desenvolvimento retardatário proporcionou a “superação dos obstáculos relacionados ao financiamento das atividades produtivas”, alcançando um novo patamar de desenvolvimento econômico e social¹³³.

De acordo com Nogueira, os países centrais acirraram a competição internacional por poder e dinheiro, como reação às políticas industriais e ao crescimento das empresas chinesas. O Tratado Trans-Pacífico, por exemplo, trouxe capítulos específicos que proibiam, por parte dos países signatários, o uso das compras públicas como política de inovação. O rascunho

¹³² A new era for manufacturing in China . McKinsey Institute. Publicado em 1/06/2013. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/a-new-era-for-manufacturing-in-china> (acesso em 20/10/2021)

¹³³ JABBUR. Elias. China socialismo e desenvolvimento – Sete décadas depois. São Paulo. Editora Anita Garibaldi. 2019. p.168

inicial do Tratado Trans-Pacífico¹³⁴ foi um caso explícito de proibições e vetos ao conjunto de políticas industriais, de proteção do mercado interno e de apoio à inovação que o país tem levado a cabo para promover suas indústrias e suas tecnologias essencialmente domésticas¹³⁵.

Conforme Ha-Joon Chang, os países em desenvolvimento estão sendo pressionados pelos países desenvolvidos a adotarem “boas políticas e boas instituições”, que seriam capazes de promover o desenvolvimento econômico. Entre as “boas políticas”, recomendadas pelo Consenso de Washington, estão as políticas macroeconômicas restritivas, liberalização comercial e financeira, privatização e desregulamentação. Contudo, todos fizeram o uso de políticas intervencionistas de comércio e de políticas industriais, para promover as indústrias nascentes durante seu período de *catching up*. E, contraditoriamente, ao forçar a adoção das “boas políticas e boas instituições” esses mesmos países estariam “chutando a escada”, pois não querem que os países em desenvolvimento façam uso das mesmas políticas que utilizaram¹³⁶. E ao não aceitar as “boas políticas” a China possibilitou o processo de *catching up* tecnológico de sua indústria.

Nesta perspectiva, a crítica mais constante dirigida ao funcionamento do mercado chinês, principalmente dos Estados Unidos, é a ausência ou parcialidade de regras, o mercado pouco transparente, o sistema financeiro limitado e o crescimento industrial por demais associado à máquina de investimentos pública.

De acordo com Mazzucato, apesar da rejeição à intervenção governamental presente na cultura americana e da percepção, interna e externa, do papel mínimo do Estado, na prática os exemplos demonstram que o governo norte americano é um dos mais intervencionistas do mundo, intervindo fortemente no desenvolvimento e aplicação de tecnologias e na criação de empresas de base tecnológica. Ou seja, é falacioso o argumento de intervenção mínima quando o Estado possui os investimentos mais audaciosos em tecnologia. Ao assumir o risco e a verdadeira incerteza no financiamento das inovações, o Estado se comporta como um agente marcado pelas características do empreendedorismo¹³⁷.

¹³⁴ O Tratado de Cooperação Econômica do Transpacífico (TPP) foi consolidado em Outubro de 2015. Ele é composto por 12 países, dentre eles estão: Estados Unidos, México, Canadá, Chile, Peru, Japão, Malásia, Cingapura, Vietnã, Brunei, Austrália e Nova Zelândia. Atualmente é descrito como o maior acordo econômico plurilateral já realizado, tanto em termos geográficos, por seu caráter multirregional abrangendo três continentes (Ásia, Oceania e Américas), quanto pelo seu peso econômico, pois, representa exatamente 40% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, fato que, assinala diretamente o reposicionamento geográfico do principal eixo comercial do século XXI. Um de seus objetivos é a criação de regras comuns sobre propriedade intelectual de produtos e serviços, novas tecnologias e produção de conhecimento, para ao mesmo tempo proteger as inovações dos países-membros e estimular o desenvolvimento científico.

¹³⁵ NOGUEIRA, Isabela. ESTADO E CAPITAL EM UMA CHINA COM CLASSES. **Rev. econ. contemp.** Rio de Janeiro. v. 22, n. 1. 2018.

¹³⁶ CHANG, Ha Joon. Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. Tradução de Luiz Antônio Oliveira de Araújo. 1ª. ed. São Paulo: Unesp, 2004./

¹³⁷ MAZZUCATO, Mariana. O Estado empreendedor - Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Tradução de: Elvira Serapicos. 1ª. ed. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

No estágio final da industrialização, em comparação com a transição de indústrias intensivas em trabalho para indústrias intensivas em capital, a transformação da estrutura da indústria e a atualização de indústrias intensivas em capital para indústrias intensivas em tecnologia enfrentarão dificuldades ainda maiores. Contando com fatores de baixo custo, muitos países em desenvolvimento se mantiveram inertes institucionalmente, se vendo presos na extremidade inferior da cadeia de valor, incapazes de tornar esse processo de transformação e atualização possível. É plausível afirmar que isso tenha ocorrido, em parte, pela adoção das “boas políticas” e intervenção mínima do Estado em seu desenvolvimento industrial e tecnológico.

Por não terem realizado nenhum avanço na transição da extremidade baixa e média para a alta, da inovação imitativa para a inovação independente e da inovação de produto para a inovação de processo; como resultado, a economia destes países acabou travando por um longo período. Isso corresponde à “armadilha da renda média”, que também pode ser considerada como “armadilha da atualização técnica”¹³⁸

Cunhado pela primeira vez por dois especialistas do Banco Mundial em 2007, o fenômeno da armadilha da renda média - cuja existência é contestada por alguns economistas - descreve como o crescimento nos países em desenvolvimento tende a estagnar quando a renda nacional bruta per capita ultrapassa um certo nível, à medida que salários mais altos aumentam os custos de produção. Os países podem ficar “presos no meio” enquanto lutam para competir com os recém-chegados de baixa renda, onde os custos da mão-de-obra ainda são baixos, e economias avançadas de alta renda com forte inovação. Alguns exemplos clássicos desse modelo são o Brasil e a África do Sul atualmente ou a Argentina depois da Segunda Guerra Mundial¹³⁹.

Nos últimos anos, a armadilha da renda média tem sido cada vez mais discutida no contexto chinês, que atualmente é responsável por uma fatia cada vez maior da classe média mundial. Desde o início das reformas de mercado em 1978, o país teve um crescimento médio do PIB de quase 10% ao ano - a expansão sustentada mais rápida por qualquer grande economia da história - e tirou centenas de milhões de pessoas da pobreza, sendo considerado a segunda maior parcela do PIB global do mundo, depois dos Estados Unidos, e em 2017 teve uma renda nacional bruta per capita de \$ 7.310 - colocando-a diretamente dentro da faixa do Banco

¹³⁸ LIU, Xielin. Beyond catch-up: Can a new innovation policy help China overcome the middle income trap? Science and Public Policy. Publicado em 28/02/2017.

¹³⁹ FELIPE, Jesus; ABDON, Arnelyn May; KUMAR, Utsav. Tracking the Middle-Income Trap: What is it, Who is in it, and Why?. Levy Economics Institute, Working Paper No. 715. Publicado em 01/04/2012.

Mundial para uma economia de renda média alta¹⁴⁰. O Banco Mundial define países de alta renda como aqueles com renda nacional bruta per capita (RNB) acima de \$ 12.535. A renda per capita da China atingiu US\$ 10,216 em 2019 e, em 2020, o país atingiu o valor de US\$ 10,500¹⁴¹ de acordo com o Banco Mundial¹⁴².

Felipe, Abdon e Kumar analisam uma amostra de 124 países da base de dados Maddison de 2010¹⁴³, que estão de acordo com as taxas de crescimento obtidas no “World Economic Outlook”¹⁴⁴ (2004-2011). Para eles, um país está preso na armadilha da renda média se permanecer por mais de 28 anos na faixa de renda média-baixa ou por mais de 14 anos na faixa de renda média-alta, onde a renda média-baixa representa a faixa de renda entre \$ 2.000 e \$ 7.250 e renda média-alta representa a faixa de renda entre \$ 7.250 e \$ 11.750. Os autores mostraram como a China conseguiu passar da faixa de renda média-baixa para a faixa de renda média-alta em 17 anos, o que é definitivamente um período mais curto do que o período de 28 anos que os autores calculam como um limiar crítico da armadilha de renda média para um país de renda média-baixa ascender à renda média- alta¹⁴⁵.

Em vez de continuar a ascender ao status de renda alta, o país corre o risco de se tornar a maior e mais conhecida vítima da armadilha da renda média. Os líderes chineses perceberam a necessidade de cultivar novos métodos para manter o ímpeto econômico, à medida que os investimentos e as exportações em que a economia dependeu fortemente na última década estão começando a atingir seus limites. O país colheu todos os frutos mais acessíveis para o avanço de sua tecnologia, como a simples transferência de tecnologia da importação de máquinas e as fases iniciais da reforma econômica pela mercantilização. Para alcançar um status de alta renda, o país terá que cultivar novas fontes de crescimento associadas à inovação e ao progresso tecnológico¹⁴⁶.

Das 101 nações que eram de renda média em 1960, apenas 13 alcançaram o status de renda alta em 2008. Em parte, isso foi por causa do que alguns chamam de "equilíbrio de baixa

¹⁴⁰ LIU, Xielin. Beyond catch-up: Can a new innovation policy help China overcome the middle income trap? Science and Public Policy. Publicado em 28/02/2017.

¹⁴¹ A título de comparação, em 2019 a renda per capita do Brasil foi de US\$ 8,897 e em 2020 foi de US\$ 6,796.

¹⁴² *World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files*. The world Bank. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=CN> (acesso em 20/10/2021)

¹⁴³ O Projeto Maddison, também conhecido como Projeto Maddison de Estatísticas Históricas, é um projeto que reúne estatísticas econômicas históricas, como PIB, PIB per capita e produtividade do trabalho. Foi lançado em março de 2010 para dar continuidade ao trabalho do falecido historiador econômico Angus Maddison. O projeto está sob o Centro de Crescimento e Desenvolvimento da Universidade de Groningen (Holanda).

¹⁴⁴ O World Economic Outlook é um relatório do Fundo Monetário Internacional (FMI) que analisa as principais partes da supervisão do FMI sobre o desenvolvimento econômico e as políticas em seus países membros. Ele também projeta desenvolvimentos nos mercados financeiros globais e sistemas econômicos.

¹⁴⁵ FELIPE, Jesus; ABDON; Arnelyn; KUMAR, May. Utsav, Tracking the Middle-Income Trap: What is it, Who is in it, and Why?. Levy Economics Institute, Working Paper No. 715. Publicado em 01/04/2012.

¹⁴⁶ LIU, Xielin. Beyond catch-up: Can a new innovation policy help China overcome the middle income trap? Science and Public Policy. Publicado em 28/02/2017.

produtividade", com uma fração relativamente pequena da força de trabalho geral empregada em empregos de alta qualificação, como prestadores de cuidados médicos, engenheiros ou gerentes, em vez de empregos de baixa qualificação, como trabalhadores agrícolas, operários de fábrica, ou balconistas e caixas. Os 88 países restantes eram mais pobres ou aparentemente estavam presos ao status de renda média¹⁴⁷.

O sucesso da China em evitar uma desaceleração drástica no crescimento econômico durante o estágio de renda média e sua subsequente entrada na fase de desenvolvimento de alta renda são fundamentais para o objetivo do governo em construir uma sociedade moderadamente próspera em todos os aspectos.

Superar a “armadilha da renda média” é essencialmente uma questão de crescimento econômico no estágio de renda média. De um modo geral, o crescimento econômico dos países nessa fase é impulsionado principalmente pela reestruturação econômica e pela transição no motor do crescimento econômico, ambos impactando o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF)¹⁴⁸. De uma perspectiva de longo prazo, o aumento da PTF é a chave para o crescimento sustentável. O cerne da transformação no padrão de desenvolvimento econômico promovido pela reestruturação econômica e inovação é aumentar a contribuição da PTF para o crescimento econômico, o que é um pré-requisito para superar com sucesso a "armadilha da renda média"¹⁴⁹

Apenas os países que passaram pelo estágio de renda média mostram uma lacuna menor na PTF, enquanto os países que não conseguiram ultrapassar o limiar sofreram um nível de PTF relativamente reduzido em vários graus. Além disso, com base em um padrão relativo, se a China não conseguir melhorar sua PTF em relação ao nível dos EUA no futuro, ou experimentar uma diminuição, o país se encontrará na armadilha da renda média. Portanto, pode-se afirmar com segurança que o crescimento sustentado da PTF é uma condição necessária para a China superar a “armadilha da renda média”; substituindo um modelo de crescimento econômico dominado pela entrada de fatores por um modelo de crescimento impulsionado pela inovação¹⁵⁰.

A inovação como uma importante força motriz da transformação do modelo de crescimento econômico é declarada no 13º Plano Quinquenal (2016-2020), onde os principais

¹⁴⁷ FELIPE, Jesus; ABDON; Arnelyn; KUMAR, May. Utsav, Tracking the Middle-Income Trap: What is it, Who is in it, and Why? Levy Economics Institute, Working Paper No. 715. Publicado em 01/04/2012.

¹⁴⁸ A Produtividade Total de Fatores (PTF) pode ser interpretada como o aumento da quantidade de produto que não é explicada pelo aumento da quantidade dos insumos, mas sim pelos ganhos de produtividade destes, ou seja, a PTF mede a relação entre o produto total e o insumo total. Ou seja, a PTF leva em consideração não somente a produtividade da mão-de-obra, mas também a eficiência do uso de capital.

¹⁴⁹ ZHOU, Shaojie; HU, Angang. China: Surpassing the “Middle Income Trap”. Londres. Editora Palgrave MacMillan. 2021.

¹⁵⁰ Idem.

indicadores do desenvolvimento impulsionado pela inovação são listados explicitamente. O ousado impulso de desenvolvimento industrial de alta tecnologia, "Made in China 2025" apresentado ao final do 12º Plano Quinquenal (2011-2015) visa promover a chamada "manufatura intensiva" e transformar fundamentalmente o setor manufatureiro do país de gigante global em volume e produção em uma potência de manufatura líder em qualidade e destreza tecnológica, escapando assim de uma possível armadilha de renda média.

Ao buscar um novo modelo de crescimento, a China enfrentará os ventos contrários demográficos do envelhecimento da população. A população em idade produtiva diminuiu desde o pico em 2011 e as Nações Unidas preveem que esse declínio acelere nas próximas décadas. Essa mudança demográfica afetará tanto o crescimento econômico geral quanto o ritmo dos ganhos da renda nacional bruta per capita, ao diminuir a taxa de participação da força de trabalho. Há sinais de que isso já está acontecendo, já que a população empregada encolheu ano a ano, algo que só aconteceu nos países vizinhos depois que eles já alcançaram altos níveis de renda¹⁵¹.

Espera-se que a China entre nas fileiras das economias de alta renda durante o período do 14º Plano Quinquenal (2021-25). O prognóstico otimista do Comitê Nacional da Conferência Consultiva Política do Povo Chinês (CCPPC) se baseia nas cadeias industriais completas, na rica gama industrial e nas vantagens em novas tecnologias, incluindo 5G e inteligência artificial. Espera-se que o país se torne o primeiro país de alta renda com mais de 1 bilhão de habitantes no mundo¹⁵².

Glawe e Helmut ao projetarem a armadilha de renda média para o contexto da Quarta revolução industrial descobriram que, para que os países possam superar essa armadilha, é necessário que melhorem a acumulação de capital humano, particularmente a atualização das habilidades necessárias com o rápido avanço da automação (como habilidades cognitivas e de tecnologia de comunicação da informação). Assim, o investimento em robótica e em qualificação profissional pode impulsionar a manufatura da China, como prevê o "Made in China 2025"¹⁵³.

¹⁵¹ GLAWE, Linda. The Middle-Income Trap 2.0: The Increasing Role of Human Capital in the Age of Automation and Implications for Developing Asia. CEAMeS Discussion Paper No. 15/2018. Publicado em junho de 2018.

¹⁵² *Projection on China's high-income country status draws attention to quality of development, deepening reforms*. Jornal Global Times. China. Publicado em: 10/03/2021. Disponível em: <https://www.globaltimes.cn/page/202103/1218011.shtml> (acesso em: 20/10/2021)

¹⁵³ GLAWE, Linda. The Middle-Income Trap 2.0: The Increasing Role of Human Capital in the Age of Automation and Implications for Developing Asia. CEAMeS Discussion Paper No. 15/2018. Publicado em junho de 2018.

2.2. A construção de uma superpotência de alta tecnologia.

Desde 2003, a China tem feito grandes esforços para perseguir a estratégia para impulsionar a industrialização com informatização. Nestes anos, fez enormes conquistas nesse sentido, dando um impulso considerável à expedição do processo de industrialização, conforme visto no primeiro capítulo.

Embora a tendência de informatização da indústria manufatureira possa ser datada das décadas de 1980-1990, foi só após a crise financeira de 2008 que os governos começaram a promovê-la, pois tomaram consciência da importância de desenvolver a manufatura informatizada. Como exemplos, podem ser citados os Planos de Ação da Manufatura (EUA), Indústria 4.0 (Alemanha) e Planos de Fábrica do Futuro (União Europeia), e assim por diante.

Os Planos de Ação de Manufatura dos EUA visam realizar a próxima geração de produtividade por meio de inovação técnica e fabricação inteligente; acelerar a inovação e a aplicação de novas ferramentas e tecnologias de manufatura, facilitar a capacidade de computação de alta eficiência dos EUA para alcançar escalas supergrandes usando tecnologias de modelagem e simulação por computador, promover a aplicação de tecnologias de modelagem e simulação em situações industriais, fortalecer a educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática e agilizar a combinação dessas disciplinas com as fábricas¹⁵⁴. Os Planos de Fábrica do Futuro da Europa se propõem a aumentar os investimentos em P&D em tecnologias de fabricação modernas e intensificar a cooperação entre o governo e as empresas, acelerar o desenvolvimento de manufatura verde sustentável, manufatura inteligente de TIC, manufatura de alta eficiência e manufatura baseada em novos materiais¹⁵⁵. O Indústria 4.0 da Alemanha destaca o controle da complexidade industrial por meio de ciclos de vida sistemáticos com base em sistemas de física cibernética, uma alta integração de informatização e automação. A informatização de manufatura é representada por avanços tecnológicos em inteligência artificial, manufatura numérica, robôs industriais e outras técnicas básicas de manufatura, impressão 3D e outros sistemas de produção emergentes¹⁵⁶.

Durante a última década, a estrutura da manufatura chinesa mudou. O número de empresas estatais centrais diminuiu acentuadamente. A principal razão é que o governo chinês incentivou o investimento privado em áreas tradicionalmente dominadas por empresas estatais.

¹⁵⁴ DAUDT, Gabriel Marino; WILLCOX, Luiz Daniel. Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44, p.[5]-45, set. 2016.

¹⁵⁵ FILOS, Erastos. Four years of 'Factories of the Future' in Europe: achievements and outlook. International Journal of Computer Integrated Manufacturing Volume 30, Issue 1, 2 January 2017, Pages 15-22

¹⁵⁶ HENG, Stefan. Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon. Current Issues Deutsche Bank Research. Publicado em 23/04/2014.

Isso, juntamente com a maior eficiência do setor privado, explica por que as empresas privadas expandiram sua participação no mercado e agora ultrapassam as estatais em número¹⁵⁷. No período de 1985–2006 a fração das exportações composta de produtos intensivos em capital, como maquinário e equipamento de transporte, aumentou significativamente. Para comparação, 50,6% do valor total das exportações em 1985 pertenciam à agricultura, e em 2006 esse valor caiu para 20,6%. Portanto, a China não pode mais ser considerada um exportador de produtos de baixo valor agregado e trabalho intensivo¹⁵⁸.

Com base em um método desenvolvido pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial e usando dados referentes ao período de 1992–2010, Zhang concluiu que a China fez um progresso significativo nos rankings de competitividade industrial global, mas também observou que seu sucesso de fabricação resultou principalmente de um desempenho extraordinário no agregado capacidade e intensidade em vez de qualidade¹⁵⁹.

Embora a remuneração absoluta dos trabalhadores chineses da manufatura ainda pode ser considerada baixa para os padrões ocidentais, sua taxa de crescimento na última década é a mais alta do mundo ¹⁶⁰. O principal fator para o crescimento foi a mudança no perfil demográfico. A proporção da população em idade ativa (definida como pessoas de 15 a 59 anos) e a população total atingiu um pico de 69,8% em 2011 e diminuiu gradualmente desde então, o que significa que a China tem uma proporção decrescente de pessoas em idade ativa, resultando no aumento da demanda por seu trabalho e, portanto, em salários mais altos¹⁶¹. Como Lin argumentou, o país tem seguido uma estratégia de vantagem comparativa. Isso significa principalmente desenvolver indústrias de mão-de-obra intensiva, o que, dada a vantagem comparativa em mão de obra barata, leva à acumulação de lucro, o que permite a atualização da estrutura industrial ao longo do tempo. No entanto, parece que a vantagem comparativa da China em mão de obra de baixo custo está diminuindo¹⁶².

O governo chinês, tem desempenhado um papel central no desenvolvimento industrial na promoção de vantagens comparativas dinâmicas. Em particular, direcionou o investimento para setores específicos assim que as vantagens comparativas começaram a aparecer. A promoção do investimento assumiu principalmente a forma de investimento público em

¹⁵⁷ LIU, Kerry. The Relation Between Government Ownership and Firm Performance: Evidence from Cross-Country Datasets'. *International Journal of Business* 23(2). 2018. p.183–197.

¹⁵⁸ ZHANG, K. China's Manufacturing Performance and Industrial Competitiveness Upgrading: International comparison and Policy Reflection', ch. 12 in L. Song et al. (eds), *China's Domestic Transformation in a Global Context*. Canberra: ANU Press. 2015

¹⁵⁹ Idem.

¹⁶⁰ LIU, Kerry. The Relation Between Government Ownership and Firm Performance: Evidence from Cross-Country Datasets'. *International Journal of Business* 23(2). 2018. p.183–197

¹⁶¹ Idem.

¹⁶² LIN, Justin. Demystifying the Chinese Economy'. *Australian Economic Review*, 2013, vol. 46, issue 3, 259-268.

infraestrutura física, fornecimento de crédito a taxas de juros preferenciais e incentivos fiscais. Além da estratégia de seguimento de vantagem comparativa, a política industrial no passado enfatizava princípios de desenvolvimento por meio da industrialização e objetivos de política de longo prazo¹⁶³.

Contudo, a partir de 2011 a população urbana excedeu a rural (51% contra 49%). Em 2015, 56% da população se concentrava nas áreas urbanas. Nos últimos 30 anos, a China teve um bom suprimento de “trabalhadores agrícolas” ou trabalhadores migrantes que serviram como um pool de força de trabalho flexível que cobriu os períodos de pico de demanda e suavizou os efeitos em cascata dos erros de previsão de demanda. A migração de residentes rurais para áreas urbanas reduziu a oferta de mão de obra de baixo custo. Outro fator de preocupação no setor industrial foi que a as três décadas da política do filho único reduziram a demografia à forma de uma ampulheta - com os idosos no topo e os mais novos na base. A lei, que começou a ser extinta no final de 2015, criou um desafio que terá um impacto significativo na economia chinesa nos próximos anos¹⁶⁴.

A combinação de máquinas inteligentes, comunicação moderna, big data e computação em nuvem está criando uma mudança radical na produção industrial. “*Smart Manufacturing*”, “*Industria 4.0*” e “*Industrial Internet*” são rótulos diferentes para esta transformação que se aproxima. Governos e indústrias em todo o mundo reconhecem que este novo paradigma de tecnologia remodelará a dinâmica e as regras da competição global. A corrida pela produção industrial avançada pode decidir o destino de grandes corporações e até mesmo o desenvolvimento geral de economias inteiras. A China vê esta corrida global como uma excelente oportunidade para alcançar o nível tecnológico e econômico dos países industrializados.

Como forma de se inserir nas cadeias industrializadas de alta tecnologia, foi apresentado em 2015 pelo Conselho de Estado da China o plano de desenvolvimento estratégico para a indústria de manufatura chinesa, chamado *Made in China 2025* (MIC2025). O plano estratégico é o primeiro passo para transformar a China em uma potência industrial e líder mundial, sendo considerado a versão chinesa da Indústria 4.0, da Alemanha. Uma grande diferença entre MIC2025 e Indústria 4.0 está localizada no ponto inicial. A Indústria 4.0 é um

¹⁶³ LIU, Kerry. *Chinese Manufacturing in the Shadow of the China-US Trade War*. *Economic Affairs*, 38(3), 307–324. Publicado em 19/10/2018.

¹⁶⁴ Idem.

plano para evoluir da Indústria 3.0¹⁶⁵ para a Indústria 4.0; no entanto, MIC2025 é um plano para desenvolver da Indústria 1.0 ou Indústria 2.0 para a Indústria 4.0¹⁶⁶.

O nível médio de industrialização das empresas de manufatura da Alemanha é a Indústria 3.0. No entanto, o nível médio de industrialização da manufatura chinesa está localizado na faixa de Indústria 1.8 a Indústria 2.1. Por causa do ponto de partida diferente, existem algumas diferenças nos indicadores de meta. O MIC2025 tem como objetivos melhorar várias capacidades competitivas, ou seja, a ecologia, inovação, qualidade, custo e integração da Industrialização e Informação. A Indústria 4.0 envolve a adoção de uma estratégia dupla para integrar as tecnologias de informação e comunicação com as estratégias tradicionais de alta tecnologia e para criar e servir novos mercados líderes para tecnologias¹⁶⁷.

De acordo com o Conselho de Estado da China, o país ainda se encontra em processo de industrialização e se defronta com um grande hiato tecnológico em relação aos países industrializados. Essa lacuna pode ser demonstrada pela alta dependência da China de outros países em termos de tecnologias centrais e equipamentos de alta tecnologia. Por outro lado, existe atualmente uma tendência mundial de readequação das cadeias manufatureiras nacionais, motivada pela crescente combinação de tecnologia da informação e manufatura. Essa tendência pode ser comprovada pelo surgimento de planos de reindustrialização elaborados pela maioria dos membros do G7, os tradicionais países industrializados¹⁶⁸.

Portanto, o MIC2025 visa colocar o país em um caminho acelerado de industrialização. No entanto, o plano é bem diferente dos tradicionais planos quinquenais e demais planos

¹⁶⁵ O desenvolvimento industrial passou por três grandes revoluções: a 1ª revolução no final do século 18 (“Indústria 1.0”): produção mecânica movida a vapor e água; a 2ª revolução no final do século 19 (“Indústria 2.0”): eletrificação de máquinas e produção em massa; a 3ª revolução na década de 1970 (“Indústria 3.0”): robôs industriais, controladores lógicos programáveis e gestão da produção baseada em TI. A produção nos países industrializados hoje usa principalmente as ferramentas e sistemas da terceira revolução. Atualmente, está prevista uma possível quarta interrupção na manufatura global, freqüentemente chamada de Indústria 4.0 ou Internet Industrial. Esta mudança tecnológica é caracterizada pela combinação de tecnologias avançadas de internet e comunicação, sistemas embarcados e máquinas inteligentes. Esta mudança tecnológica é caracterizada pela combinação de tecnologias avançadas de internet e comunicação, sistemas embarcados e máquinas inteligentes. Nos chamados sistemas ciber-físicos, as máquinas conectadas coletam grandes quantidades de dados por meio de sensores inteligentes, comunicam-se entre si e tomam decisões de forma independente. Esses sistemas criam e analisam big data para otimizar os processos de produção e logística. Enquanto o termo alemão Industry 4.0 enfatiza a engenharia, a American Industrial Internet se concentra mais nos elementos de manufatura inteligente relacionados a software. A Indústria 4.0 e a Internet Industrial devem aumentar a produtividade reduzindo os tempos ociosos, melhorando a manutenção preditiva e preventiva dos equipamentos e tornando a logística mais eficiente. Além disso, a integração de software de sistemas de execução de manufatura (MES) e gerenciamento de relacionamento com o cliente (CRM) deve aumentar a flexibilidade da produção e o grau de customização (customização em massa). Os termos Indústria 4.0 e Internet industrial devem ser usados com cuidado, pois ambos os conceitos também atraíram algumas críticas. Esses termos também são veículos de marketing para melhor promover novos produtos para aplicação na indústria. Mais importante ainda, a Indústria 4.0 e a Internet Industrial ainda precisam provar se realmente podem entregar uma quarta revolução.

¹⁶⁶ WEI, Shang-Jin, XIE, Zhuan; XIAOBO, Zhang. From “Made in China” to “Innovated in China: Necessity, Prospect, and Challenges. *Journal of Economic Perspectives*, 31 (1): 49-70. 2017.

¹⁶⁷ Idem.

¹⁶⁸ WEI, Shang-Jin, XIE, Zhuan; XIAOBO, Zhang. From “Made in China” to “Innovated in China: Necessity, Prospect, and Challenges. *Journal of Economic Perspectives*, 31 (1): 49-70. 2017.

industriais, que possuem um prazo curto e concentram-se em projetos específicos. O MIC2025 se encerrará em 2049, nas comemorações do 100º aniversário da República Popular da China.

Assim, não se trata apenas de um plano de manufatura, mas sim de uma estratégia que leva ao Sonho da China (*Zhongguo meng*), um conceito que foi formalmente apresentado no Décimo Oitavo Congresso Nacional do Partido Comunista da China em 29 de novembro de 2012, tornando-se uma parte essencial da ideologia de Xi Jinping e indicando o grande rejuvenescimento da nação chinesa. O MIC2025 implementará as metas de “dois cem” (*liangge yibainian*): uma é que a China se torne uma sociedade moderadamente próspera (*xiaokang shehui*) até o ano 2021, no 100º aniversário do Partido Comunista Chinês; a outra é que a China se torne uma nação totalmente modernizada (*qianmiande xiandaihua guojia*) em 2049, o 100º aniversário da República Popular da China¹⁶⁹.

Para que o país se torne uma potência global, o MIC2025 tem um cronograma de três etapas:

- **Primeira etapa:** Até 2025, a China melhorará a informatização das indústrias manufatureiras e clusters industriais com competitividade global, acelerando assim o crescimento na cadeia global de valores. Outros objetivos que podem ser citados são fortalecer a posição do país como uma grande nação industrial; promover a produção de qualidade e em tecnologias de manufatura inteligente; melhorar a eficiência de energia, de mão de obra e do consumo material; tornar as empresas chinesas líderes nas cadeias de valor da indústria de transformação; alcançar o domínio das tecnologias-chave nas principais indústrias ao invés de importá-las.
- **Segunda etapa:** Até 2035, a China alcançará a industrialização e terá algumas tecnologias essenciais nos principais setores industriais; assim, obterá uma posição de liderança em setores competitivos.
- **Terceira Etapa:** Em 2049, a China terá um sistema industrial avançado e estará na fronteira tecnológica, tornando-se uma potência manufatureira. Os objetivos fixados visam tornar o país em um líder mundial nos principais setores industriais de alta tecnologia, impulsionando as atividades inovadoras desenvolvidas internamente e mantendo vantagens competitivas do país¹⁷⁰

¹⁶⁹ LIANG, Z., & Li, D. T. S&T and Innovation development in Industrial Sectors. In F. Cai, P. L. Li & S. G. Xie (Eds), *S&T in China: Development and Policy (1978-2018)* (pp. 165-195). Beijing: Social Sciences Academic Press. 2018

¹⁷⁰ WEI, Shang-Jin, XIE, Zhuan; XIAOBO, Zhang. From "Made in China" to "Innovated in China: Necessity, Prospect, and Challenges. *Journal of Economic Perspectives*, 31 (1): 49-70. 2017.

O MIC2025 é liderado pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT). O plano é focado em dez setores estratégicos: equipamento marítimo avançado e embarcações de alta tecnologia; ferrovia e equipamento avançado; maquinaria e tecnologia agrícola; equipamentos aeronáuticos e aeroespaciais; produtos biofarmacêuticos e equipamentos médicos de ponta; circuitos integrados e novas tecnologias de informação; tecnologia e equipamentos de geração de energia elétrica; máquinas de controle de produção de alta gama e robótica; veículos de baixa e nova energia; materiais novos e avançados¹⁷¹. Ademais, o plano também visa a promoção do uso de produção integrada e digital, especialmente em tecnologia de manufatura inteligente; o fortalecimento da base da indústria chinesa, concentrando-se nos “quatro básicos” (componentes básicos, tecnologias básicas de processamento, materiais básicos e serviços industriais básicos); a aplicação de métodos “verde” de produção, a melhora dos serviços destinados ao setor industrial e a produção de serviço orientada aos serviços; e a internacionalização das empresas industriais chinesas¹⁷².

Assim, é possível que a China, com mais independência tecnológica, passe do multilateralismo para o unilateralismo ou protecionismo. Alcançar este objetivo depende de três fatores: a capacidade de desenvolver produtos inovadores, de criar marcas internacionalmente conhecidas e de construir instalações de produção industrial modernas. A liderança em torno de Xi Jinping quer usar o terceiro fator, a modernização industrial, em particular, para impulsionar a competitividade econômica internacional da China, pois entende bem que o futuro progresso econômico e prosperidade do país não podem ser baseados em fábricas enferrujadas e trabalho manual¹⁷³.

A partir da implementação do MIC2025, em 2016, o Valor Agregado na Manufatura¹⁷⁴ da China aumentou 5% ano a ano. Com \$ 4.071.731.195.290,74 em 2019, o país foi classificado como o número 1 entre outros países em Valor Agregado de Manufatura. Estados Unidos, Japão e Alemanha, respectivamente, ocuparam a 2ª, 3ª e 4ª posição nesta classificação¹⁷⁵. Ainda, no mesmo ano, a China foi responsável por quase um quarto (23,6%) da produção industrial mundial, seguida pelos EUA (15,6%), Japão (10%) e Alemanha (6,3%)¹⁷⁶.

¹⁷¹ INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0 – A iniciativa Made in China 2025*. Carta IEDI. Edição 827. Publicada em 26/01/2018. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html (acesso em 20/10/2021)

¹⁷² Idem.

¹⁷³ Ibidem.

¹⁷⁴ O valor agregado é o produto líquido de um setor após somar todos os produtos e subtrair os insumos intermediários. É calculado sem fazer deduções para depreciação de ativos fabricados ou esgotamento e degradação de recursos naturais. A origem do valor adicionado é determinada pela International Standard Industrial Classification (ISIC), revisão 3. Os dados estão em dólares americanos atuais.

¹⁷⁵ *China: Manufacturing value added. The Global Economy*. Disponível em: https://www.theglobaleconomy.com/China/manufacturing_value_added/ (acesso em 20/10/2021)

¹⁷⁶ Idem.

Com sua escala absoluta, imenso mercado interno, ganhos de produtividade impulsionados pela forte adoção de sistemas de manufatura avançados, cadeias de suprimentos locais totalmente desenvolvidas e investimentos e proezas crescentes em alta tecnologia, a China tem potencial para aumentar seu valor agregado à manufatura anual em mais US \$ 2 trilhões até 2030. Sua economia já amadureceu além do estágio de desenvolvimento, no qual a competitividade de uma nação tende a ser determinada por fatores de custo como mão de obra não qualificada e recursos naturais. Agora o país está em um estágio em que a eficiência e a qualidade impulsionarão cada vez mais a competitividade¹⁷⁷. Em vários setores, já se iniciou a transição para um estágio semelhante aos da Coreia do Sul, Japão e Estados Unidos, no qual a inovação define cada vez mais a vantagem competitiva. As iniciativas de desenvolvimento industrial do governo visam aumentar drasticamente a força do país em setores de alta tecnologia como microeletrônica, aeroespacial, computação, robótica e energia renovável¹⁷⁸.

Em particular, as metas de localização do MIC 2025 sinalizaram que a China está determinada a assumir - e não apenas competir - as tecnologias de próxima geração que são os futuros direcionadores do crescimento econômico global. As metas de localização se referem à porcentagem de participação de mercado das empresas chinesas nos mercados interno e mundial. Em termos de conteúdo, vários locais da China formaram uma estratégia de desenvolvimento orientada para a fabricação de equipamentos de ponta e a atualização industrial¹⁷⁹. No geral, suas estratégias giram em torno de dez setores-chave propostos pelo MIC2025, mas cada um deles recebe diferentes focos¹⁸⁰.

As indústrias de alta tecnologia agora lideram o desenvolvimento econômico na China. Em 2018, as indústrias de alta tecnologia alcançaram um valor agregado de 106 bilhões de dólares, ou um aumento de 9,4% ano a ano. O rápido desenvolvimento na indústria farmacêutica e de saúde, IA, veículos inteligentes conectados, big data e 5G estimulou os valores agregados das indústrias de manufatura de alta tecnologia e indústrias emergentes estratégicas a aumentar em 13,9% e 7,8%, respectivamente. A indústria de IA também está crescendo. Em 2018, a produção de alta tecnologia contribuiu com um valor agregado de 697,6

¹⁷⁷ *China's Next Leap in Manufacturing*. Boston Consulting Group. Publicado em 13/12/2018. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2018/china-next-leap-in-manufacturing> (acesso em 20/10/2021)

¹⁷⁸ Idem

¹⁷⁹ Huimin, Ma and Xiang Wu, Li Yan, Han Huang, Han Wu, Jie Xiong, and Jinlong Zhang. "Strategic Plan of "Made in China 2025" and Its Implementation." In *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments*. edited by Richard Brunet-Thornton, and Felipe Martinez, 1-23. Hershey, PA: IGI Global, 2018.

¹⁸⁰ Desde a emissão do "Made in China 2025", existem 29 províncias, áreas autônomas e municípios, incluindo Jiangsu, Guangdong, Shandong, Fujian, Sichuan, Hubei e Pequim, emitindo gradualmente estratégias de implementação local e esquemas de ação para o "Made in China 2025". Além disso, mais de 30 cidades, incluindo Dongguan, Wuxi, Wuhan, Dalian, Harbin, Nanjing e Suzhou introduziram medidas para implementar com mais eficácia o "Made in China 2025".

bilhões de yuans (US \$ 101 bilhões) para a economia chinesa, um aumento de 9,4% ano a ano.¹⁸¹.

Em 2018, o valor agregado das indústrias de manufatura e equipamentos de alta tecnologia cresceu 11,7% e 8,1% em 2019, enquanto o setor de manufatura de eletrônicos cresceu 13,1%, maior do que a indústria de manufatura geral, de acordo com o MIIT. Oficialmente, a indústria de manufatura de alta tecnologia relatou um crescimento robusto nos primeiros 10 meses de 2019. Os lucros gerados por empresas de tecnologia de ponta saltaram 7,5% em relação ao mesmo período de 2018, dados do National Bureau of Statistics destacaram no final de novembro¹⁸². A China é agora o produtor dominante nas indústrias de média alta tecnologia, com sua participação global quase triplicando na última década para 32%, ultrapassando os EUA no final dos anos 2000 e a UE nesta década¹⁸³.

Até agora, MIC2025 foi bem-sucedido. Se esse sucesso se deve predominantemente ao apoio estatal protecionista da China ou ao impulso empreendedor de empresas, isso é contestado¹⁸⁴. Mas é amplamente aceito que a China está aumentando sua competitividade global em vários setores intensivos em conhecimento e está liderando o caminho em algumas tecnologias. Os gigantes da tecnologia ocidentais agora estão até mesmo imitando produtos chineses, ilustrando o potencial inovador do país. Por exemplo, o Facebook e a Apple se inspiraram no aplicativo WeChat da Tencent - um hub multifuncional para socialização, jogos e pagamentos¹⁸⁵.

Em 2018, mais da metade de toda a tecnologia de propriedade de empresas chinesas era derivada de empresas estrangeiras, principalmente com sede nos EUA. A China ainda importa seis vezes mais propriedade intelectual do que exporta¹⁸⁶. E embora mantenha uma posição forte em algumas tecnologias de ponta, como IA, sua dependência de importações de tecnologias essenciais ainda é alta. Por exemplo, apesar dos grandes investimentos, apenas 16% dos semicondutores são produzidos no país, e apenas 50% deles são feitos por empresas chinesas. Como os semicondutores são um componente vital da economia digital, a

¹⁸¹ *Beijing economy boosted by high-tech industries*. China Internet Information Center. Publicado em 24/05/2019. Disponível em: http://www.china.org.cn/business/2019-05/24/content_74819458.htm (acesso em 20/10/2021)

¹⁸² *High-tech, high risk for China's economy*. Asia Times. Publicado em 01/01/2020. Disponível em: <https://asiatimes.com/2020/01/high-tech-high-risk-for-chinas-economy/> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸³ *China's relentless rise up the value-added export chain*. Financial Review. Publicado em: 24/09/2018. Disponível em: <https://www.afr.com/world/chinas-relentless-rise-up-the-valueadded-export-chain-20180924-h15rhx> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸⁴ *The rise of China's tech sector: The making of an internet empire*. Lowy Institute. Publicado em: 04/05/2017. Disponível em: <https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/rise-china-s-tech-sector-making-internet-empire> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸⁵ *China Rules: How China became a superpower*. New Yorker Times. Publicado em: 28/11/2018. Disponível em: <https://www.nytimes.com/interactive/2018/11/18/world/asia/china-internet.html> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸⁶ *China's Digital Economy: A leading global force*. McKinsey Global Institute. Discussion Paper. Publicado em agosto de 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/chinas-digital-economy-a-leading-global-force> (acesso em 20/10/2021)

dependência nas importações representa um sério problema obstáculo aos seus esforços para se tornar uma nação inovadora¹⁸⁷.

A ampla estratégia da China, que levou o país da imitação à inovação, resultou no crescimento substancial de seu setor de tecnologia. Hoje, a economia digital, definida como a integração de tecnologias baseadas na Internet a todas as áreas da economia, vale cerca de 30% de seu PIB, ainda distante dos 59% do PIB dos EUA e 55% do Reino Unido¹⁸⁸.

A China está desafiando as posições dos EUA e da Europa em tecnologias emergentes importantes, como Inteligência Artificial (IA) e 5G. Nos setores de comércio eletrônico, fintech e energia, já é vista como líder mundial. Isso aumentou o potencial para expandir sua influência no sistema internacional¹⁸⁹.

O país vem trabalhando em IA e sistemas de aprendizado de máquina há anos - seja no nível governamental, acadêmico ou em empresas privadas e comerciais. O apoio do governo chinês para o desenvolvimento de IA, ênfase na inovação local e priorização de tecnologias de ponta remonta a fevereiro de 2006, quando o Conselho de Estado emitiu seu “Plano Nacional de Médio e Longo Prazo (MLP) para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006 - 2020)”. Na época, o MLP era o plano de ciência e tecnologia mais ambicioso de Pequim até o momento. Alocou financiamento de longo prazo para pesquisa científica, estimado em RMB 500 bilhões (US \$ 75 bilhões), e lançou dezesseis megaprojetos nacionais para o desenvolvimento de ciência e tecnologia de vanguarda, incluindo programas para fabricação de circuitos integrados e grandes reatores nucleares avançados¹⁹⁰.

Em julho de 2017, a China publicou o plano estratégico “Nova Geração de Plano de Desenvolvimento de Inteligência Artificial”, que cita a IA como um “foco da competição internacional”. O plano descreve três estágios principais de desenvolvimento, culminando, por enquanto, na ambição da China de se tornar o “principal centro de inovação de IA do mundo” até 2030¹⁹¹.

Ao todo, o plano oferece uma estratégia abrangente de IA e desafia outras potências líderes em muitas áreas principais. O Plano de Desenvolvimento de Inteligência Artificial da Nova Geração delinea três etapas principais, cada uma das quais contém uma série de

¹⁸⁷ *China's biggest chipmaker is still years behind its global rivals*. Consumer News and Business Channel. Publicado em 06/08/2019. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2019/08/06/smic-chinas-biggest-chipmaker-is-still-years-behind-its-rivals.html> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸⁸ *China's Digital Economy: Opportunities and Risks*. IMF Working Papers. Internacional Monetary Fund. Publicado em: 17/01/2019. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/01/17/Chinas-Digital-Economy-Opportunities-and-Risks-46459> (acesso em 20/10/2021)

¹⁸⁹ CREEMERS, Roger. *Cyber-Leninism: The Political Culture of the Chinese Internet*. Speech and Society: Comparative Perspectives. Publisher: Cambridge University Press. Publicado em novembro de 2017. P. 255.

¹⁹⁰ *Idem*.

¹⁹¹ *Ibidem*.

objetivos. Eles são resumidos a: 1) Até 2022, a China pretende manter a competitividade com outras grandes potências e otimizar seu ambiente de desenvolvimento de IA. Em termos monetários, pretende criar uma indústria de IA venha a valer mais de 150 bilhões de yuans (cerca de 21 bilhões de dólares). Por fim, busca estabelecer normas, políticas e regulamentos éticos iniciais para áreas vitais da IA. 2) Até 2020, pretende ter alcançado um ‘grande avanço’ (conforme declarado no documento) na teoria básica da IA e ser líder mundial em algumas aplicações (‘algumas tecnologias e aplicações alcançam um nível de liderança mundial’). 3) No geral, tem como meta um aumento no valor de sua indústria principal de IA para mais de 400 bilhões de yuans (cerca de 58 bilhões de dólares). Finalmente, ele planeja expandir e codificar em lei os padrões éticos para IA. 4) Em 2030, pretende se tornar o centro de inovação mundial para IA. Até lá, espera-se que o crescimento na indústria de IA central mais que dobre novamente e seja avaliado em 1 trilhão de yuans (cerca de 147 bilhões de dólares), e mais atualizações nas leis e normas também são esperadas, a fim de lidar com os novos desafios emergentes¹⁹².

Vinte anos atrás, havia um enorme abismo entre a China e os Estados Unidos na pesquisa de IA. Enquanto os EUA estavam testemunhando um crescimento sustentado nos esforços de pesquisa de instituições públicas e setores privados, a China ainda conduzia atividades de baixo valor agregado na manufatura global. Mas nos anos que se passaram, a China cresceu rapidamente para alcançá-la. Do ponto de vista da pesquisa, o país se tornou líder mundial em publicações e patentes de IA. Essa tendência sugere que a China também está prestes a se tornar um líder em negócios habilitados para IA, como aplicativos de reconhecimento de voz e imagem. De acordo com o projeto China AI Development Report 2018, o progresso do país é impressionante. A participação global da China em trabalhos de pesquisa no campo de IA saltou de 4,26% (1.086) em 1997 para 27,68% em 2017 (37.343), superando qualquer outro país do mundo, incluindo os EUA - uma posição que continua a ocupar. A China também registra consistentemente mais patentes de IA do que qualquer outro país. Em março de 2019, o número de empresas de IA chinesas atingiu 1.189, perdendo apenas para os EUA, que tem mais de 2.000 empresas de IA ativas. Essas empresas se concentram mais na fala (por exemplo, reconhecimento de fala, síntese de fala) e visão (por exemplo, reconhecimento de imagem, reconhecimento de vídeo) do que suas contrapartes no exterior¹⁹³. Além disso, a velocidade do investimento em IA é relativamente rápida: da incorporação ao

¹⁹² CREEMERS, Roger. *Cyber-Leninism: The Political Culture of the Chinese Internet*. Speech and Society: Comparative Perspectives. Publisher: Cambridge University Press. Publicado em novembro de 2017. P. 255.

¹⁹³ *Is China Emerging as the Global Leader in AI?* Harvard Business Review. <https://hbr.org/2021/02/is-china-emerging-as-the-global-leader-in-ai> (acesso em 20/10/2021)

recebimento de investimento anjo, a média o tempo para as empresas chinesas é de 9,73 meses, ao passo que para as americanas de 14,82 meses¹⁹⁴.

A promoção chinesa de campeões nacionais, o incentivo a aquisições no exterior para facilitar a transferência de tecnologia e o investimento em supercomputadores são consistentes com as abordagens anteriores para estimular a inovação em tecnologias estratégicas. Primeiro, foi promulgada uma política nacional de semicondutores em junho de 2014 que priorizou o apoio a "campeões nacionais", como Tsinghua Unigroup. A política lançou um Fundo de Circuito Integrado nacional, que arrecadou mais de \$ 20 bilhões até agora, com a meta de levantar US \$ 138 bilhões no total em fundos para fomentar investidores em semicondutores em todo o país. Outros escolhidos foram Baidu, Alibaba, Tencent e iFlyTek - para liderar o desenvolvimento de plataformas nacionais de inovação de IA em carros autônomos, cidades inteligentes, visão computacional para diagnóstico médico e inteligência de voz, respectivamente¹⁹⁵.

Visto de forma mais ampla, o plano de desenvolvimento de IA da China pode ser enquadrado com precisão como um roteiro de como a liderança central deseja moldar e disseminar a tecnologia incipiente. É por isso que o plano está repleto de visões sociais das aplicações da tecnologia. Além disso, o país teve sucesso na integração de tecnologias em setores-chave, ao introduzir o conceito de *'Internet Plus'* em 2015 - um plano para integrar tecnologias como computação em nuvem, big data e Internet das Coisas com indústrias de manufatura e de consumo tradicionais. O presidente Xi enfatizou o conceito em seu discurso no 19º congresso do partido, afirmando seu desejo de “promover a integração profunda da internet, big data e IA com a economia real”.¹⁹⁶

Por último, em todos os impulsionadores da IA, a China está investindo em abordagens de longo prazo. De fato, as diretrizes estabelecidas no plano de IA do Conselho de Estado não se aplicam apenas a departamentos governamentais, mas também orientam fortemente as ações de universidades, institutos de pesquisa e do setor privado. Em contraste, outros governos - limitados em seu poder sobre a sociedade e sujeitos a mudanças repentinas de política dependendo de qual partido político está no poder - tendem a implementar soluções de curto

¹⁹⁴ *US blacklisting fails to derail ambitions of Chinese AI start-ups*. Financial Times. Publicado em 28/06/2020. Disponível em: <https://www.ft.com/content/124824d6-3b13-4dbb-8b38-926797f9b695> (acesso em 20/10/2021)

¹⁹⁵ CREEMERS, Roger. *Cyber-Leninism: The Political Culture of the Chinese Internet*. Speech and Society: Comparative Perspectives. Publisher: Cambridge University Press. Publicado em novembro de 2017. P. 255.

¹⁹⁶ *China's Digital Economy: A leading global force*. McKinsey Global Institute. Discussion Paper. Publicado em agosto de 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/chinas-digital-economy-a-leading-global-force> (acesso em 20/10/2021)

prazo para todo o governo. O que se segue é uma avaliação de como esses componentes do desenvolvimento de IA da China influenciaram suas capacidades reais¹⁹⁷.

Para que o país alcance o crescimento futuro, mantendo sua competitividade global, impulsionada pela transformação no setor manufatureiro, a atenção do governo tem se voltado constantemente ao aumento do uso de robôs e a implementação em larga escala de inteligência artificial.

2.3. A ascensão dos robôs.

O governo da China fará todos os esforços para avançar na atual transição para a fabricação inteligente. Ao fazer isso, o instrumento da liderança é uma política industrial vigorosa, abrangente e ambiciosa, incorporada na estratégia MIC2025. Por meio dessa iniciativa política, o governo está canalizando enormes recursos financeiros para apoiar a atualização tecnológica das empresas chinesas. Esta política já está começando a criar um boom na demanda por tecnologias como software industrial, redes de sensores e robôs.

A produção industrial anterior a implementação do MIC2025 estava atrasada em comparação com os países industrializados. A maioria das fábricas chinesas apresentava um nível rudimentar de automação e quase nenhuma digitalização. Por exemplo, as empresas chinesas utilizavam uma média de apenas 19 robôs industriais por 10.000 funcionários da indústria¹⁹⁸ até 2013. Em comparação, no mesmo período, a Coreia do Sul possuía 531 a cada 10 mil funcionários, a Alemanha 301 a cada 10 mil trabalhadores e os EUA possuía 176 a cada 10 mil trabalhadores¹⁹⁹. Líderes de tecnologia como Alemanha e Japão, fazem uso intensivo de linhas de produção e processos de gestão baseados em tecnologia da informação moderna e máquinas altamente automatizadas.

Começando de um nível baixo, a indústria chinesa está experimentando um rápido aumento na demanda por tecnologia de automação e digitalização. As empresas chinesas demandam principalmente tecnologias básicas que estão em uso nos países industrializados há muito tempo. Nos últimos anos, os planejadores centrais da China têm promovido a automação

¹⁹⁷ GILES, Martin. The Race to Power AI's Silicon Brains. MIT Technology Review. Publicado em 20/11/2017.

¹⁹⁸ A densidade de robô (ou densidade robótica) é uma medida que rastreia o número de robôs por 10.000 trabalhadores em uma indústria, se tornando uma das maneiras mais fáceis de descobrir o quão grande é a indústria de robótica em um país. Essa medida é realizada todos os anos pela Federação Internacional de Robótica, que analisa as informações cedidas por empresas e governos.

¹⁹⁹ IFR presents *World Robotics Report 2020*. Federação Internacional de Robótica. Publicado em setembro de 2020. Disponível em: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (acesso em 20/10/2021)

como uma forma de preencher a lacuna de mão de obra. Eles prometeram subsídios generosos - a serem distribuídos pelos governos locais - para facilitar o caminho para que as empresas chinesas usem e construam robôs.

A China iniciou sua pesquisa e fabricação de robôs industriais em 1972, promovendo P&D em robôs industriais com aplicações como pulverização, soldagem a ponto, soldagem a arco e robôs de transporte a partir do 7º Plano Quinquenal (1986-1990). Em março de 1986, anunciou o programa 863, um programa de P&D de alta tecnologia. Este foi um esquema de apoio governamental maciço para P&D constituiu uma fonte importante de financiamento para a pesquisa da China em robôs industriais e inteligentes. Na década de 1990, a P&D de robôs de soldagem foi priorizada, e o investimento foi feito em nove centros de industrialização de robôs e sete centros de P&D²⁰⁰. Neste momento, os principais fabricantes de robôs da China, como Shenyang Siasun, Harbin Boshi Automation e Instituto de Pesquisa de Automação de Pequim para a Indústria de Máquinas, apareceram pela primeira vez. O 10º Plano Quinquenal (2001-2005), que começou em 2001, incluía robôs de missão perigosa, robôs de eliminação de munições de contraterrorismo e robôs semelhantes a humanos e biônicos. Além disso, o 11º Plano Quinquenal (2006-2010), que começou em 2006, incluiu tecnologias-chave para controles inteligentes e interação homem-robô, e enfatizou tecnologias de robótica e automação para indústrias, incluindo circuitos integrados, navios, automóveis, tecidos leves, eletrodomésticos e alimentos. O 12º Plano Quinquenal (2011-2015) exigiu que as empresas de manufatura chinesas usassem (automatizassem) mais robôs e integrassem a tecnologia da informação. A “Diretriz para a Promoção do Desenvolvimento da Indústria de Robôs Industriais”, anunciada em 2013, estabelece as metas que a China deve atingir até 2020. Estas incluem: 1) desenvolver de três a cinco fabricantes de robôs competitivos globalmente; 2) criação de oito a dez clusters industriais para a indústria; 3) atingir 45% da participação no mercado doméstico para robôs de última geração da China e; 4) aumentar a taxa de penetração do robô para 100 por 10.000 pessoas²⁰¹.

Também anunciado em maio de 2015, ‘Made in China 2025’ teve como objetivo inovar a indústria de manufatura de três estágios pelos próximos 30 anos e incluiu máquinas-ferramentas e robôs controlados numericamente avançados entre as 10 principais indústrias. No 13º Plano Quinquenal (2016-2020), uma estratégia de inovação de manufatura que engloba a convergência da indústria de manufatura e tecnologia da informação e comunicação (TIC) foi

²⁰⁰ WEI, Shang-Jin, XIE, Zhuan; XIAOBO, Zhang. From "Made in China" to "Innovated in China: Necessity, Prospect, and Challenges. *Journal of Economic Perspectives*, 31 (1). 2017. p.49-70.

²⁰¹ SHARIF, Naubahar; HUANG, Yu. Industrial Automation in China's "Workshop of the World". *The China Journal*, no. 81. 2018. p. 1-22

promovida, e o termo "inteligência artificial" apareceu em uso. Em 2016, foi anunciado o “Plano de Desenvolvimento da Indústria de Robôs (2016-2020)”, com o objetivo de completar o sistema da indústria de robôs, expandir a escala industrial, fortalecer a capacidade de inovação tecnológica, melhorar a capacidade de produção de peças centrais e melhorar a capacidade de integração de aplicativos. Designou 10 produtos e cinco componentes principais. Os 10 produtos foram: 1) robôs de soldagem; 2) robôs de limpeza; 3) robôs industriais inteligentes; 4) robôs de cooperação homem-máquina; 5) robôs de dois braços; 6) cargas pesadas AGV; 7) robôs de resgate de combate a incêndio; 8) robôs cirúrgicos; 9) robôs inteligentes de serviço público e; 10) robôs de enfermagem inteligentes. Os cinco componentes principais foram: 1) redutores de alta precisão; 2) motores de alto desempenho para robôs; 3) controladores de alto desempenho; 4) sensores e; 5) atuadores terminais²⁰².

Devido à importância especial da robótica, o governo chinês também usa instrumentos de política industrial, como subsídios aos fabricantes e compradores de robôs, para promover o desenvolvimento tecnológico. O apoio do governo por meio do MIC2025 e de iniciativas políticas anteriores gerou os primeiros resultados visíveis. A atividade de patenteamento (incluindo patentes, desenhos industriais e modelos de utilidade) mostra que a China contribuirá com inovações importantes nas tecnologias mais avançadas para manufatura inteligente nos próximos anos. É possível afirmar, desta forma, que a China está entrando em uma nova revolução industrial, impulsionada por robôs e apoiada pelo governo²⁰³.

A transformação tecnológica da China ainda tem um longo caminho a percorrer, mas já está mudando a face da indústria de manufatura global. No processo, está levantando questões mais amplas: os robôs assumirão muitos dos empregos que antes tiraram centenas de milhões de pessoas da pobreza? Podem as economias emergentes ainda esperar seguir a rota tradicional para a prosperidade em que o mundo desenvolvido confia desde a revolução industrial?

Da década de 1980 em diante, quando o país se abriu para o comércio global, a enorme e barata força de trabalho do país ajudou a torná-lo o maior exportador mundial de produtos manufaturados. O crescimento econômico vertiginoso tirou milhões de chineses da pobreza e transformou áreas do país, à medida que os trabalhadores migraram do campo para a cidade. Mas o crescimento da classe média e o envelhecimento da população levaram ao aumento dos salários, erodindo a vantagem competitiva da China. Em parte por causa da política do filho único, formalmente eliminada em 2015, a população em idade ativa está em declínio desde

²⁰² SHARIF, Naubahar; HUANG, Yu. Industrial Automation in China's "Workshop of the World". *The China Journal*, no. 81. 2018. p. 1-22

²⁰³ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2). 2019. p. 71-88.

2012, com o número de pessoas com idades entre 16 e 59 anos previsto em 830 milhões em 2030. A demografia deverá diminuir drasticamente depois disso, em 7,6 milhões em média a cada ano de 2030 a 2050²⁰⁴.

Desta forma, o aumento do uso de robôs na China coincide com o declínio do crescimento da população em idade ativa e o aumento dos salários²⁰⁵. Ao mesmo tempo, o governo chinês identificou a indústria robótica como um setor estrategicamente importante (juntamente com inteligência artificial e automação) e iniciou vários programas e subsídios para incentivar o uso de robôs como uma maneira de transformar e atualizar as indústrias manufatureiras da China²⁰⁶.

A marcha das máquinas, não apenas na China, mas em todo o mundo, foi acelerada por quedas acentuadas no preço dos robôs industriais e um aumento constante em suas capacidades. O Boston Consulting Group, uma consultoria de gestão, prevê que o preço dos robôs industriais e seu software de habilitação cairá 20% na próxima década, enquanto seu desempenho melhorará 5% a cada ano²⁰⁷.

A China é um dos países que registra os maiores níveis de crescimento em automação industrial. O aumento da produção de robôs não é menos impressionante do que o da adoção de robôs, embora esse aumento seja mais recente. Em 2012, apenas cerca de 5.800 robôs foram produzidos internamente. Em 2017, no entanto, o número de robôs produzidos anualmente aumentou mais de 20 vezes para 131.000, entre os quais, 29% (37.800 unidades) foram fabricados por empresas locais (não estrangeiras)²⁰⁸. O país está desenvolvendo seus próprios fabricantes de robôs, que são de 20% a 30% mais baratos que os produzidos por empresas estrangeiras. Contudo, ainda há um predomínio na compra de robôs fabricados em outros países, mas esses números têm caído após o aporte do governo chinês à indústria doméstica de

²⁰⁴ *China's working-age population will fall 23% by 2050*. Fórum Econômico Mundial. Genebra. Publicado em 26/06/2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/china-working-ageing-population/#:~:text=The%20number%20of%20working%20age,be%20830%20million%20in%202030> (acesso em 20/10/2021)

²⁰⁵ O aumento real médio do salário dos trabalhadores na China está previsto para ficar 3,6% acima da inflação em 2020, uma ligeira queda de 3,7% em 2019. No entanto, o aumento ainda é um dos maiores do mundo. Apesar de um aumento salarial nominal de 6,0%, após fatorar a inflação projetada de 2,4%, os trabalhadores na China verão um aumento salarial real geral de 3,6. Embora haja sinais de que a economia chinesa pode estar desacelerando a face da guerra comercial em curso com os EUA, os salários e os aumentos salariais ainda estão firmes e a China mantém sua posição entre os dez primeiros globais em aumentos salariais

²⁰⁶ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2). 2019. p. 71-88.

²⁰⁷ *Advanced Robotics in the Factory of the Future*. Boston Consulting Group. Publicado em: 27/03/2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2019/advanced-robotics-factory-future> (acesso em 20/10/2021)

²⁰⁸ Idem.

robótica, tendo investido US \$ 577 milhões em 2019 em pesquisa robótica, em comparação com um investimento de US \$ 35 milhões nos EUA, através da National Robotics Initiative²⁰⁹.

Em 2013, o país se tornou o maior mercado de robôs industriais do mundo, posto que ainda domina nos dias atuais, com participação de 36% do total de instalações. Já em 2019, a China liderou o mercado de robótica, ultrapassando a quantidade combinada dos mercados americano e europeu. O valor total das instalações aumentou 21% ano a ano, para US \$ 5,4 bilhões. Os fornecedores de robôs chineses aumentaram sua participação no total de instalações no mercado nacional em 5 pontos percentuais (2018: 27% vs. 2017: 22%). Este resultado está em linha com a política da China de promoção dos fabricantes nacionais. Por outro lado, as instalações de fornecedores estrangeiros de robôs (incluindo unidades produzidas no país por fornecedores não chineses) diminuíram 7% para cerca de 113.000 unidades (2017: cerca de 122.000 unidades)²¹⁰.

De acordo com um relatório divulgado pela Federação Internacional de Robótica, havia 381.000 unidades de robôs industriais em todo o mundo em setembro de 2020. A China respondeu por 140.500 deles, mais de um terço dos robôs industriais vendidos em todo o mundo. O relatório ainda afirma que o país pode responder por 45% de todos os embarques de robôs industriais até 2021, o que representaria um aumento de 39% em relação a 2019²¹¹.

A distribuição do uso de robôs nas indústrias é semelhante à de outros grandes mercados de robôs. Dada a promoção agressiva da adoção e produção de robôs por meio de políticas industriais, parece que o governo chinês não teme as consequências dessa tecnologia disruptiva²¹².

Se em 2013 a densidade robótica do país era de 25 unidades a cada 10 mil trabalhadores, houve um crescimento impressionante até 2017, ano em que a China registrou 97 unidades. Já em 2019, a densidade subiu para 140 unidades a cada 10 mil trabalhadores e em 2020, o número

²⁰⁹ A US National Science Foundation (NSF), junto com outras agências federais, lançou o programa National Robotics Initiative (NRI) em 2011. O objetivo do NRI é acelerar o desenvolvimento e o uso de robôs colaborativos (corobots), que trabalham ao lado ou cooperativamente com as pessoas.

²¹⁰ *Robot Investment Reaches Record 16.5 billion USD – IFR presents World Robotics*. Federação Internacional de Robótica. Publicado em setembro de 2019. Disponível em: https://ifr.org/downloads/press2018/2019-09-18_Press_Release_IFR_World_Robotics_2019_Industrial_Robots_English.pdf (acesso em 20/10/2021)

²¹¹ *China leads post-pandemic recovery*. International Federation Robotics. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/china-leads-post-pandemic-recovery> (acesso em 20/10/2021)

²¹² CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2). 2019. p. 71-88.

chegou a 187 unidades²¹³, um crescimento superior ao dos Estados Unidos no mesmo período, pela primeira vez²¹⁴.

O apoio do governo para a integração de robôs industriais cada vez mais baratos e mais eficientes é uma boa notícia para os proprietários de fábricas na China, que estão enfrentando uma economia global fraca e uma desaceleração na demanda doméstica. Mas os benefícios da revolução do robô não serão compartilhados igualmente em todo o mundo. Os países em desenvolvimento, da Índia à Indonésia e do Egito à Etiópia, há muito esperam seguir o exemplo da China, bem como do Japão, Coreia do Sul e Taiwan antes deles: estimular a criação de empregos e o crescimento econômico ao mover trabalhadores agrícolas para fábricas de baixo custo para produzir bens para exportação. No entanto, o aumento da automação significa que a industrialização provavelmente gerará significativamente menos empregos para a próxima geração de economias emergentes²¹⁵.

O Boston Consulting Group prevê que a porcentagem de tarefas realizadas por robôs avançados aumentará de 8% para 26% até o final da década, impulsionada pela China, Alemanha, Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos, que juntos responderão por 80% das compras de robôs. A rápida expansão da automação pode ser comparada à diferença entre a "curva de aprendizagem humana" e a Lei de Moore, que postulou que o poder de computação poderia dobrar a cada 18 meses para dois anos. Em contraste, os pesquisadores podem fazer com que os robôs dobrem sua produtividade a cada quatro anos²¹⁶.

Embora a IA e a automação possam aumentar a produtividade de alguns trabalhadores, elas podem substituir o trabalho feito por outros e provavelmente transformarão quase todas as ocupações, pelo menos até certo ponto. A automação crescente está acontecendo em um período de crescente desigualdade econômica, aumentando os temores de desemprego tecnológico em massa e um apelo renovado por esforços políticos para enfrentar as consequências das mudanças tecnológicas. O governo tende a ver a atualização industrial como uma tarefa puramente técnica de instalação de novos equipamentos. A razão para essa abordagem é

²¹³ IFR presents World Robotics Report 2020. Federação Internacional de Robótica. Publicado em setembro de 2020. Disponível em: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (acesso em 20/10/2021)

²¹⁴ Segundo dados dos relatórios de 2018, 2019 e 2020 da Federação Internacional de Robótica, em 2018, os Estados Unidos ocupavam a 8ª posição do ranking de densidade robótica, com 217 unidades. Já em 2019, os EUA caíram para a 10ª posição com 228 unidades. Já a China saiu do 20º em 2019 para o 15º lugar em 2020, um dos maiores crescimentos entre os países. Contudo, desde 2017, Cingapura lidera o ranking, tendo atualmente a marca de 918 unidades a cada 10 mil trabalhadores. Segundo o relatório de 2020 da Federação Internacional de Robótica, a China poderá chegar entre as 5 primeiras posições até 2025 caso continue neste ritmo de instalação de robôs.

²¹⁵ COLVIN, Thomas .J.;LIU, IRINA. A Brief Examination of Chinese Government Expenditures on Artificial Intelligence R&D. Science & Technology Policy Institute. Publicado em 20/02/2020.

²¹⁶ *Advanced Robotics in the Factory of the Future*. Boston Consulting Group. Publicado em: 27/03/2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2019/advanced-robotics-factory-future> (acesso em 20/10/2021)

simples: o foco na tecnologia fornece resultados rápidos, impressionantes e quantificáveis - como a crescente demanda por robôs.

As principais mudanças de paradigma do passado, como a invenção da máquina a vapor e o surgimento da tecnologia da informação, transformaram fundamentalmente as economias. A automação pode aumentar a taxa de crescimento da produtividade global entre 0,8 e 1,4% ao ano. Em comparação, a máquina a vapor e a TI aumentaram a taxa de crescimento da produtividade global em 0,3% e 0,6%, respectivamente²¹⁷.

Mudanças demográficas em curso estão pressionando os líderes da China para automatizar atividades intensivas em mão de obra. Durante décadas, a China se beneficiou de um dividendo demográfico que proporcionou ao seu setor manufatureiro uma oferta imediata de mão de obra barata. O país enfrenta agora um declínio na taxa de natalidade e rápido envelhecimento da população. De acordo com o Ministério de Recursos Humanos e Segurança Social, a força de trabalho da China cairá para cerca de 700 milhões em 2050, ante 911 milhões em 2016. A automação pode ser a chave para manter a produtividade à medida que a força de trabalho tradicional da China encolhe²¹⁸.

As estimativas mostram que, em 2030, a automação na manufatura chinesa pode ter deslocado um quinto de todos os empregos no setor, o que equivale a 100 milhões de trabalhadores. Essas mudanças já estão em andamento, com robôs substituindo até 40% dos trabalhadores em várias empresas nas províncias de fabricação de exportação da China de Zhejiang, Jiangsu e Guangdong. Apenas na cidade de Dongguan, no sul, os relatórios sugerem que 200.000 trabalhadores foram substituídos por robôs²¹⁹.

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Instituto de Estratégia de Desenvolvimento da Qualidade da Universidade de Wuahn, descobriu-se que em 2025, máquinas e robôs devem substituir quase 5% da força de trabalho da China. A pesquisa abordou 2.000 empresas, sendo que 13,4% afirmaram ter usado robôs em parte de seus processos em 2017, antes 8,1% dois anos antes. Como resultado, cerca de 40% da força de trabalho manufatureira da China poderia ser "potencialmente afetada" pelo uso de robôs, colocando ainda mais pressão no mercado de trabalho do país mais populoso do mundo, de acordo com o relatório²²⁰.

²¹⁷ *Harnessing automation for a future that works*. McKinsey Global Institute. Publicado em: 12/01/2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works> (acesso em 20/10/2021)

²¹⁸ *China will have 211m fewer workers by 2050, official says*. South China Morning Post. Publicado em: 23/06/2016. Disponível em: <https://www.scmp.com/news/china/policies-politics/article/1993476/china-will-have-211m-fewer-workers-2050-official-says> (acesso em 20/10/2021)

²¹⁹ *The future lies in automation*. The Economist. Publicado em: 06/04/2017. Disponível em: <https://www.economist.com/special-report/2017/04/06/the-future-lies-in-automation> (acesso em 20/10/2021)

²²⁰ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2). 2019. p. 71-88.

Entre 2015 e 2017, a taxa média de crescimento anual dos investimentos em robótica foi de 57%. O aumento da automação teve um impacto desproporcional sobre os trabalhadores com níveis mais baixos de educação. No mesmo período, a robótica substituiu 9,4% dos funcionários com ensino médio ou inferior, enquanto a demanda por trabalhadores com nível superior cresceu 3,6%. Algumas empresas nas províncias de fabricação de exportação da China de Zhejiang, Jiangsu e Guangdong cortaram 30% a 40% de sua força de trabalho entre 2015 e 2017 devido à automação²²¹.

Na literatura acadêmica, o uso de máquinas em atividades econômicas é estudado sob o título de automação. A automação do trabalho é geralmente entendida como a substituição do insumo de trabalho humano pelo das máquinas, ou seja, pelo capital. Este não é um desenvolvimento novo, pois as máquinas têm substituído o trabalho humano nos últimos dois séculos, desde sua implantação na agricultura e na indústria. O que distingue a automação hoje dos períodos anteriores é o uso de tecnologias digitais, que se tornaram possíveis com a invenção do microprocessador no início dos anos 1970. Graças ao microprocessador, as tecnologias mecânicas e analógicas se tornaram menos relevantes e a revolução digital se desenrolou em um ritmo crescente com conexões de rede confiáveis, análise de big data, tomada de decisão algorítmica e sensores digitais em seu núcleo. As ferramentas digitais têm facilitado uma automação maior e mais rápida do trabalho anteriormente intensivo em mão de obra, especialmente em economias desenvolvidas, com sérias repercussões em seus sistemas sociais, econômicos e políticos.

Importante salientar que a Covid-19 acelerou a automação nas fábricas chinesas. A Covid-19 inicialmente fechou fábricas na China, mas à medida que o país gradualmente controlava a pandemia, a demanda por equipamentos de automação se recuperou. O aumento nas vendas de eletrônicos de consumo e veículos elétricos também impulsionou a demanda por produtos de automação. Algumas empresas chinesas de equipamentos de automação conquistaram participação de mercado em 2020, quando a Covid-19 interrompeu as cadeias de suprimentos de rivais estrangeiros. Estima-se que a participação de mercado da Inovance na China, uma fornecedora de motores e sensores, usados para controlar movimentos precisos, saltou para mais de 16% em 2020, contra 11% em 2019 e 3% em 2013. O lucro líquido da empresa quase dobrou ano a ano nos primeiros nove meses de 2020²²².

²²¹ CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. The Rise of Robots in China. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2). 2019. p. 71-88.

²²² Battle of the Robots Still Favors Japan and Europe—For Now. *The Washington Post*. <https://www.wsj.com/articles/battle-of-the-robots-still-favors-japan-and-europe-for-now-11611056099> (acesso em 20/10/2021)

A automação é comumente usada como um conceito abrangente para incluir várias tecnologias avançadas, como computadores, robótica avançada e inteligência artificial. Apesar dessas várias tecnologias digitais também estarem sendo examinadas separadamente em literaturas especializadas, seus impactos conjuntos no mundo do trabalho geraram duas linhas principais de discussões acadêmicas na economia do trabalho: primeiro, o impacto da automação sobre o emprego e, segundo, a reestruturação dos mercados de trabalho sob a influência de automação. Esses tópicos serão investigados a seguir.

3. O PREÇO DA ACELERAÇÃO INDUSTRIAL: AS IMPLICAÇÕES DA ROBOTIZAÇÃO NAS CADEIAS DE SUPRIMENTO DE MÃO DE OBRA.

Um espectro está assombrando o mundo industrializado e em desenvolvimento: o espectro da automação. Estima-se que 1,8 bilhões de empregos ou dois terços da força de trabalho atual dos países em desenvolvimento sejam suscetíveis à automação do ponto de vista tecnológico de hoje, de acordo com o Banco Mundial. A geração de empregos é crucial para disseminar os benefícios do crescimento econômico de maneira ampla e reduzir a pobreza global. No entanto, as economias emergentes enfrentam um desafio contemporâneo para os caminhos tradicionais para a geração de empregos: automação, digitalização e tecnologias de economia de trabalho.

Se há um fator predominante por trás das mudanças econômicas e sociais nos últimos dois séculos, é certamente o avanço da tecnologia. Os economistas estimam que mais de 80% das diferenças de renda entre países ricos e pobres podem ser explicadas por taxas diferenciais de adoção tecnológica ²²³.

A mudança tecnológica tem sido um elemento essencial do crescimento econômico moderno desde a Revolução Industrial, e a inovação disruptiva sempre encontrou o que os economistas Joel Mokyr, Chris Vickers e Nicolas L. Ziebarth chamaram de "ansiedade tecnológica"²²⁴. Tem sido assim, pelo menos, desde a chegada da máquina a vapor e do tear mecânico.

Este capítulo delineará uma reconstrução de conceitos historicamente desenvolvidos em torno da automação da mão de obra humana e a partir disso, apresentará os impactos do aumento vertiginoso do uso das novas tecnologias, como robótica e inteligência artificial, no mercado de trabalho mundial e em especial, o chinês.

3.1. Quando as máquinas ganham vida: a tangibilidade do medo da substituição.

Um dos primeiros casos registrados de medo da automação e do deslocamento tecnológico na era moderna foi estimulado pela invenção de uma máquina de tricô pelo inventor

²²³ AUTOR, David H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. Massachusetts: The Center For American Progress And The Hamilton Project. 2010.

²²⁴ MOKYR, Joel; VICKERS, Chris; ZIEBARTH, Nicolas L. The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3). 2015. p. 31-50

inglês William Lee em 1589. Seu objetivo era livrar os trabalhadores têxteis da Inglaterra da necessidade de tricotar à mão nas confecções. No entanto, quando ele solicitou a patente de sua invenção, a Rainha Elizabeth 1^a recusou a patente, sugerindo que Lee pensasse nas consequências terríveis de sua invenção para os tricotadores da Inglaterra²²⁵.

O medo de que a inovação tecnológica rompesse o status quo do sistema de guildas era tão intenso que William Lee foi coagido a deixar a Grã-Bretanha. Séculos depois, entretanto, a revolução industrial britânica mudaria fundamentalmente a relação entre tecnologia, trabalhadores e produção. As tradições preventivas do sistema de guildas estavam sendo degradadas, as concepções modernas de direitos de propriedade para os fatores de produção, terra, trabalho e capital estavam sendo formadas durante este tempo, e as relações sociais modernas entre trabalho e capital estavam se tornando universalizadas²²⁶.

Os motins luditas na Inglaterra entre 1811 e 1816 são o exemplo frequentemente citado do período de resistência à implementação de máquinas produtivas na manufatura. Os luditas tentaram esmagar as máquinas que ameaçavam tornar suas habilidades e seu trabalho supérfluos, mas em resposta, o governo britânico se posicionou contra aqueles que parariam o progresso tecnológico em nome de empregos e implantou 12.000 soldados para reprimir a rebelião ludita. A Revolução Industrial que começou na Grã-Bretanha ajudou a estimular o desenvolvimento contínuo de melhorias na tecnologia que teriam efeitos perturbadores na divisão do trabalho na sociedade, começando com o advento da energia a vapor e da ferrovia, bem como inovações organizacionais como o Sistema de fábrica. A energia a vapor, o sistema fabril e a ferrovia são três exemplos do que os economistas chamam de tecnologias de uso geral. Wright define as tecnologias de uso geral como “novas ideias ou técnicas profundas que têm potencial para impactos importantes em muitos setores da economia”²²⁷. Em outras palavras, as tecnologias de uso geral como a energia a vapor são tecnologias que podem ser amplamente implementadas em muitos ou todos os setores da economia para transformar a forma como as commodities são produzidas e comercializadas. As tecnologias de uso geral são conhecidas por aumentar significativamente a produtividade, a riqueza material e estimular a implementação de tecnologias que economizam mão de obra, bem como novas formas organizacionais e técnicas de produção.

Foi também durante o período inicial da Revolução Industrial que a economia estava se tornando uma ciência social formalizada graças aos trabalhos de economistas políticos clássicos

²²⁵ MOKYR, Joel; VICKERS, Chris; ZIEBARTH, Nicolas L. The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3). 2015. p. 31-50

²²⁶ Idem.

²²⁷ Ibidem.

como Adam Smith, Jean Baptiste Say, Thomas Malthus, David Ricardo e outros. Muitos dos economistas políticos clássicos escreveram sobre como a mudança tecnológica afeta o emprego. No entanto, a maioria chegou à conclusão de que o deslocamento tecnológico não poderia ser uma ameaça de longo prazo à estabilidade econômica porque mecanismos compensatórios como a lei de Say²²⁸ ou a teoria do fundo de salários²²⁹ tornariam qualquer deslocamento tecnológico apenas um problema de ajuste temporário do mercado de trabalho.

Em “A Riqueza das Nações”, Adam Smith observou a divisão do trabalho nas fábricas de alfinetes da Grã-Bretanha. Ao dividir as atividades em tarefas estreitas, ele descobriu que as primeiras fábricas foram capazes de aumentar a eficiência enormemente²³⁰. Enquanto sua observação dizia respeito à divisão de trabalho entre trabalhadores humanos, a era da automação veio com uma nova divisão de trabalho: as tarefas agora podem ser divididas entre humanos e máquinas.

Os economistas políticos clássicos pareceram concordar que a mudança tecnológica não poderia causar desemprego de longo prazo, e esse consenso seria amplamente sustentado como a posição padrão da disciplina de economia.

Apesar do consenso dos economistas políticos clássicos, permaneceram algumas vozes dissidentes. Karl Marx argumentou que o capitalismo se distingue dos modos de produção anteriores por sua produção sistêmica e reincorporação da mais-valia. As máquinas são o meio principal do capital para controlar e aumentar a produtividade do trabalho do qual ele depende para produzir mais-valor. Marx mostrou como o capital é inerentemente conduzido, pela competição e pela luta de classes, para a revolução tecnológica incessante fundada na captura de habilidades e conhecimento dos trabalhadores e sua emulação nas máquinas²³¹.

Marx aprofundou a contradição que Ricardo notou entre trabalho e máquinas sob o capital. Mas também parece sugerir que as máquinas podem, em última análise, trair o capital em benefício do trabalho. Como Smith e Ricardo, Marx sustentou uma teoria do valor-trabalho. Trabalho é, antes de tudo, um termo genérico para os trabalhadores e a classe trabalhadora. No entanto, trabalho também se refere a uma atividade realizada por humanos na qual eles

²²⁸ A Lei de Say é a noção de que a oferta cria sua própria demanda. Se a tecnologia aumenta a produtividade e, portanto, aumenta a oferta de bens, a demanda por esses bens também aumentará, o que necessariamente estimula a demanda por mais trabalho. A própria existência dessa oferta igual ou maior cria uma demanda igual ou maior. Uma vez que não há diminuição - e muito provavelmente um aumento - na demanda total, a Lei de Say implica que é apenas uma questão de tempo antes que quaisquer trabalhadores deslocados sejam reempregados.

²²⁹ Na teoria do fundo de salários, defendida por John Stuart Mill, em cada situação dada, existe um fundo pré-fixado para os salários, pelo que seria inútil tentar alterá-lo e obter maiores salários reais por meio do aumento dos salários nominais. Também segundo a teoria, a mudança tecnológica só poderia afetar o emprego se diminuísse o volume de capital circulante.

²³⁰ SMITH, Adam. A riqueza das nações. Tradução de Luiz João Baraúna. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1996. v. I.

²³¹ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 562

processam seu ambiente de maneiras úteis para si mesmos. Nesse sentido, o trabalho é uma condição da existência humana independente de todas as formas de sociedade; é uma necessidade humana eterna que medeia o metabolismo entre o homem e a natureza²³².

No capitalismo, no entanto, o trabalho assume a forma particular de trabalho assalariado, em que um capitalista paga a um trabalhador um salário para controlar a capacidade do trabalhador de trabalhar por um período de tempo. O trabalho, portanto, existe em duas formas: concreto e abstrato. Trabalho concreto é a capacidade humana universal de processar o meio ambiente em produtos ou serviços úteis, criando valores de uso. No modo de produção capitalista, entretanto, a maior parte do trabalho concreto existe simultaneamente como trabalho abstrato ou um gasto da força de trabalho humana²³³. Força de trabalho é simplesmente a capacidade de trabalhar²³⁴. Pode parecer banal afirmar que cada trabalho concreto é também uma expressão de uma capacidade humana geral de trabalhar, mas para Marx, o trabalho abstrato é uma condição necessária para o capitalismo. O trabalho abstrato permite a troca capitalista ao permitir que mercadorias diferentes sejam colocadas em relação umas com as outras por meio de um atributo compartilhado, o valor. O trabalho abstrato assume uma forma física na objetividade igual dos produtos do trabalho como valores²³⁵. O trabalho abstrato se traduz em valor por meio da medida da duração do tempo de trabalho²³⁶

O valor é central para a análise de Marx e, como o trabalho, se manifesta de duas maneiras. Marx distingue o valor de troca (que é expresso como preço) do valor, que é determinado pelo tempo de trabalho socialmente necessário. Os dois não coincidem necessariamente. Na verdade, Marx argumenta que o capital não é dirigido principalmente para maximizar o valor de troca. Em vez disso, o objetivo do capital é produzir "mais-valia"²³⁷. A mais-valia é uma quantidade de valor que o capital se apropria do trabalho sem recompensa. Essa apropriação é a meta que configura imanentemente o modo de produção capitalista. Como o capital se apropria da mais-valia do trabalho? Contra o senso comum de hoje, Marx sustenta que a mais-valia não surge da venda de mercadorias por mais do que elas foram produzidas (isso gera lucro, que não é o mesmo), mas sim, a mais-valia surge da troca desigual entre capital e trabalho. A força de trabalho do trabalhador é uma mercadoria que o trabalhador vende ao capitalista. A quantidade de capital investida na força de trabalho é chamada de "capital

²³² MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p.132

²³³ Idem. p.137

²³⁴ Ibidem p. 270

²³⁵ Ibidem. p. 164

²³⁶ Ibidem. p. 128

²³⁷ Ibidem. p. 562

variável” e é diferenciada de “capital constante” ou capital investido em meios de produção ou “matérias-primas, materiais auxiliares e os instrumentos de trabalho”²³⁸. O valor do capital constante, como uma máquina, não varia em magnitude durante a produção; é simplesmente transferido da máquina para os produtos produzidos. O valor investido em salários para a compra de força de trabalho, por outro lado, pode mudar em magnitude, porque a força de trabalho pode produzir mais valor do que é pago por ela. Dessa propriedade especial da força de trabalho, surge a possibilidade de mais-valor. O valor da força de trabalho depende do custo social médio necessário para a sobrevivência contínua do trabalhador²³⁹.

Embora o estado da maquinaria industrial fosse rudimentar em sua época, Marx reconheceu o processo de mecanização no emergente “monstro mecânico”. Elabora que, uma vez que uma máquina executa, sem ajuda do homem, todos os movimentos necessários à elaboração da matéria-prima, e só necessita de auxílio complementar do trabalhador, temos um sistema automático de máquinas, capaz de constante aprimoramento em seus detalhes²⁴⁰. Ele reconheceu que a melhoria constante nas máquinas é necessária para a valorização. Impulsionada por sua fome de mais-valia relativa, a tendência e o resultado do modo de produção capitalista é aumentar constantemente a produtividade do trabalho²⁴¹. Uma vez que isso é alcançado em grande parte por meio da introdução de máquinas, o capital tende a um estado cada vez mais maquínico.

Marx descreveu a maquinaria como o modo de existência material do capital e o fundamento material do modo de produção capitalista²⁴² e argumentou que o desenvolvimento dos meios de trabalho em maquinaria não é um momento acidental do capital, mas é antes a remodelação histórica dos meios de trabalho tradicionais herdados para uma forma adequada ao capital²⁴³

A divisão do trabalho desvaloriza a força de trabalho, reduzindo-a a um foco especializado em uma ferramenta particular, mas quando torna-se tarefa da máquina manusear essa ferramenta, o valor de uso da força de trabalho do trabalhador desaparece, e com ela seu valor de troca. Em outras palavras, o instrumento de trabalho, quando assume a forma de uma máquina, torna-se imediatamente um competidor do próprio trabalhador²⁴⁴. As máquinas sob o

²³⁸ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo. p. 317

²³⁹ Idem. p. 274

²⁴⁰ Ibidem. p. 502

²⁴¹ Ibidem. p. 840

²⁴² Ibidem. p. 504

²⁴³ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro III: o processo global de produção capitalista. Tradução de: Rubens Enderle. São Paulo. Boitempo. p. 605

²⁴⁴ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 507

capital são “trabalho morto” e “devoradoras de trabalho vivo” que intensificam a adversarialidade da relação de exploração em antagonismo completo e total²⁴⁵.

Assim, as máquinas são introduzidas para aumentar a extração da mais-valia relativa, mas, ao reduzir o trabalho vivo, reduzem a mais-valia potencial extraível total, necessitando da abertura de novos mercados. A história tecnológica do capital pode ser esquematizada como uma série de mutações impulsionadas por essa dinâmica paradoxal. O capital tenta resolver seu problema central por meio da aplicação posterior das mesmas técnicas que deram origem a esse problema. Isso, de acordo com algumas leituras de Marx, requer uma crise final do capital.

Para Marx, o capital atinge a maturidade à medida que o trabalho humano na produção é substituído por máquinas. O trabalho direto dos trabalhadores torna-se um momento indispensável, mas subordinado, em relação ao trabalho científico geral, à aplicação tecnológica das ciências naturais e à força produtiva geral resultante da combinação social²⁴⁶. O conhecimento coletivo da sociedade, corporificado nas máquinas, passa a ser o componente mais significativo da produção e o ser humano passa a se relacionar mais como vigilante e regulador do processo produtivo²⁴⁷.

Hoje, normalmente nos referimos ao processo pelo qual o capital se torna mais maquínico como automação. O termo automação só foi cunhado depois da Segunda Guerra Mundial. Em um relato da produção da Ford Motor Company para a revista *American Machinist*, Rupert Le Grand definiu automação como “a arte de aplicar dispositivos mecânicos para manipular peças de trabalho para dentro e para fora do equipamento, transformar peças entre operações e realizar essas tarefas em seqüência cronometrada com o equipamento de produção de forma que a linha possa estar total ou parcialmente sob controle de botões em estações estratégicas”²⁴⁸.

Quatro anos depois, o teórico da administração John Diebold popularizou a noção de automação como “denotando tanto a operação automática quanto o processo de tornar as coisas automáticas. Neste último sentido, inclui várias áreas da atividade industrial, como o redesenho de produtos e processos, a teoria da comunicação e controle e o design de máquinas”²⁴⁹.

A automação se distingue da mecanização por sua flexibilidade. Ao aproveitar o feedback, a tecnologia de computação pode realizar muitas tarefas. O capital, que é

²⁴⁵ MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, p. 840

²⁴⁶ MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro III: o processo global de produção capitalista. Tradução de: Rubens Enderle. São Paulo. Boitempo. p. 605

²⁴⁷ Idem. p. 705

²⁴⁸ FAGGELLA, Daniele. *News Organization Leverages AI to Generate Automated Narratives from Big Data*. Emerj. Publicado em 07/12/2020.

²⁴⁹ DIEBOLD, John. *Automation: The Advent of the Automatic Factory*. Princeton, NJ: D. Van Nostrand Company. 1952.

continuamente direcionado para um estado cada vez mais maquínico, tem uma relação complementar com a capacidade do computador de aproveitar o feedback²⁵⁰.

A terceira revolução industrial digital foi descrita por marxistas e outros como uma transição para o pós-fordismo, que se refere a como o capital procurou superar o poder organizado do trabalhador em massa por meio da implantação de tecnologias da informação²⁵¹.

Mas Marx também define um tipo particular de capital circulante. Capital circulante, neste sentido específico, refere-se aos meios de produção que se esgotam no processo produtivo e que repassam integralmente seu valor ao produto. Um exemplo disso é o combustível para uma máquina. Por outro lado, capital fixo se refere a meios de produção que repassam seu valor de forma incremental ao longo de sua vida, na proporção inversa de sua depreciação média²⁵². Uma máquina com uma vida útil de dez anos distribui seu valor ao longo dessa década. O valor do capital fixo, portanto, “adquire uma existência dual” com uma parte fixada em sua forma física, enquanto a outra “goteja” para a circulação através da venda da mercadoria²⁵³. O capital circulante e o capital fixo, portanto, circulam, embora de maneiras diferentes. Ambos se distinguem do capital variável (isto é, força de trabalho adquirida), pois nenhum deles pode gerar mais-valor. A força de trabalho é um atributo exclusivamente humano²⁵⁴. A maquinaria, por outro lado, “não cria nenhum novo valor, mas cede seu próprio valor ao produto que serve para gerar”²⁵⁵. Então, o que exatamente é uma máquina?

Embora o estado da maquinaria industrial fosse rudimentar em sua época, Marx reconheceu o processo de mecanização no emergente “monstro mecânico”²⁵⁶. Elabora que, uma vez que uma máquina executa, sem ajuda do homem, todos os movimentos necessários à elaboração da matéria-prima, e só necessita de auxílio complementar do trabalhador, temos um sistema automático de máquinas, capaz de constante aprimoramento em seus detalhes²⁵⁷. Ele reconheceu que a melhoria constante nas máquinas é necessária para a valorização.

²⁵⁰ RANTIM, Ramin. *Capitalism and Automation: Revolution in Technology and Capitalist Breakdown*. London: Pluto Press. 1991.

²⁵¹ AMIN, Ash. *Post-Fordism: Models, Fantasies and Phantoms of Transition*. In *Post-Fordism: A Reader*, ed. Ash Amin. Oxford: Blackwell. 1994

²⁵² MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 509

²⁵³ MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro II: o processo de circulação do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2014. p. 243

²⁵⁴ MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 280.

²⁵⁵ Idem. Pg 340.

²⁵⁶ Marx, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro III: o processo global de produção capitalista. São Paulo. Boitempo. Pg 800.

²⁵⁷ MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 503

Impulsionada por sua fome de mais-valia relativa, a tendência e o resultado do modo de produção capitalista é aumentar constantemente a produtividade do trabalho²⁵⁸

Uma vez que isso é alcançado em grande parte por meio da introdução de máquinas, o capital tende a um estado cada vez mais maquínico. Marx chamou o aumento de “composição orgânica do capital”, definida pelo aumento relativo do capital fixo, oposto ao variável²⁵⁹. Ele descreveu a maquinaria como o modo de existência material do capital e o fundamento material do modo de produção capitalista²⁶⁰, argumentando que o desenvolvimento dos meios de trabalho em maquinaria não é um momento acidental do capital, mas é antes a remodelação histórica dos meios de trabalho tradicionais herdados para uma forma adequada ao capital ”²⁶¹.

A adequação da maquinaria ao capital é melhor explicada com referência à noção de subsunção de Marx, da qual existem dois tipos. A subsunção formal ocorre quando um processo de trabalho existente fica sob o controle de um capitalista e se torna parte de um circuito de valorização²⁶². Isso não altera o próprio processo de trabalho e, como tal, só pode produzir mais-valor absoluto por meio de uma jornada de trabalho prolongada. No entanto, é possível aumentar a produção de mais-valor relativo reconfigurando processos de trabalho inteiros de forma a que os meios de produção especificamente capitalista venham a existir”²⁶³. Por exemplo, a linha de montagem dividiu processos de trabalho complexos em seus componentes constituintes e reconfigurou todo o layout das fábricas. Marx sustentou que a subsunção real de seu tempo intensificou o ritmo de trabalho e que, ao permitir que mulheres e crianças ingressassem na força de trabalho industrial, diminuiu os salários²⁶⁴. O uso de máquinas pelo capitalista, portanto, confronta o trabalho como uma ameaça.

Ao desenvolver cientificamente o domínio do homem sobre os fenômenos da natureza e sobre o próprio processo de trabalho, racionalizando e aperfeiçoando a lógica deste processo através da ciência e da automação mecânica, o capital desenvolve uma classe de trabalhadores cujo valor de uso não se resume mais apenas em saber como operar e manipular a máquina, mas, sobretudo, em como produzir e aperfeiçoar uma máquina cada vez mais automatizada, programada e emancipada da necessidade de ser supervisionada pelos sentidos humanos do trabalho vivo. Este desenvolvimento operado espontaneamente pelo capital aniquilaria,

²⁵⁸ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. pg 750.

²⁵⁹ Idem p.762

²⁶⁰ Ibidem, p. 554

²⁶¹ MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro III: o processo global de produção capitalista. Tradução de: Rubens Enderle. São Paulo. Boitempo.

²⁶² MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p.1019

²⁶³ Idem. p 1024

²⁶⁴ Ibidem. p. 533

contraditoriamente, as bases sobre as quais se fundamenta a valorização do valor e a acumulação capitalista e produziria as condições materiais para uma vida de completa independência do trabalhador individual em relação ao capital.

Eric Hobsbawm aponta que a guerra com suas demandas de alta tecnologia, preparou uma série de processos revolucionários para uso civil posterior²⁶⁵. O transistor (desenvolvido em 1947), os primeiros computadores digitais civis (1946), assim como a energia nuclear foram todos produtos que ficaram ao lado do radar e do motor a jato. Essas tecnologias foram parte do terremoto tecnológico que marcou a "Idade de Ouro" do capitalismo nos países industriais avançados. Durante esta "Idade de Ouro", as taxas de crescimento expansivo nas nações industriais avançadas do Primeiro e do Segundo Mundo pareceram inextricavelmente ligadas aos processos de Taylorismo, métodos de produção fordistas e automação²⁶⁶.

David Harvey aponta que na metade do século XX houve uma transição no capitalismo, tendo como início o término da Segunda Guerra Mundial e, sendo intensificada com a Terceira Revolução Industrial. As principais características desta transição são a flexibilização das condições de trabalho, em decorrência principalmente da onda neoliberal, que minimizaria o papel do Estado em resguardar direitos trabalhistas e sociais; novas modalidades de gestão e de produção, o surgimento do toyotismo com o seu sistema just-in-time²⁶⁷ e a aceleração do tempo de giro de capital²⁶⁸.

O toyotismo é uma forma de organização do trabalho no qual as características principais eram: a redução dos custos, a contenção da superprodução, a diminuição dos atrasos e um aumento na qualidade dos produtos fabricados. Baseado no "just-in-time", este modelo de produção pouco se assemelharia ao taylorismo ou fordismo. Graças ao método do "Kanban"²⁶⁹, houve uma redução dos problemas hierárquicos e burocráticos. Nenhum produto deveria ser vendido com algum defeito, evitando assim os custos de reparos (tanto de recall's quanto de indenizações) com a única finalidade de satisfazer os clientes. Do ponto de vista da organização do trabalho, o toyotismo é a combinação de autonomia e auto-ativação²⁷⁰, além

²⁶⁵ HOBBSAWM, E. Era dos extremos: o breve século XX. Tradução de: Marcos Santarrita. Editora Companhia das Letras, 1995.

²⁶⁶ Graetz, G., and G. Michaels. Forthcoming. "Robots at Work." Review of Economics and Statistics.

²⁶⁷ O "Just-in-time": método de organização da produção consistindo a evitar o estoque inútil, recebendo os elementos necessários na hora precisa de utilizá-los.

²⁶⁸ HARVEY, David. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Tradução de: Adail Ubirajara Sobral. São Paulo, 17ª Ed. Editora Loyola. 2008. pg. 130

²⁶⁹ O "Kanban": sistema de etiquetagem, que permite saber a todo tempo o estado do estoque, e, portanto, requerer somente as peças necessárias para a produção.

²⁷⁰ Segundo Coriat, auto-ativação se caracteriza fundamentalmente pelo controle autônomo de defeitos por parte dos trabalhadores. A supervisão do processo produtivo, a qualidade e as metas a serem atingidas passam a ser realizadas pelos próprios operários.

do Just-in-time. O princípio da autonomia²⁷¹ tem sua origem na indústria têxtil²⁷². A auto-ativação unida à autonomia, avançaria para o processo de desespecialização²⁷³ e polivalência operária²⁷⁴, que seria a característica principal e distintiva do padrão organizacional em relação ao modelo taylorista-fordista. Observa-se que essa desespecialização tem como escopo a transformação dos operários em trabalhadores multifuncionais em prol de um aumento da produtividade e a intensificação do trabalho, isto é, um trabalhador realizaria múltiplas tarefas e operando, muitas vezes, mais de uma máquina. Desse modo surge então a horizontalização da produção com o propósito de elevar a produtividade, construindo assim a ideia de trabalho em equipe.

A partir do Toyotismo a produção passou a ser muito mais diversificada, passando a atender as demandas do mercado, e em decorrência destas demandas, fazendo com que a produção fosse altamente flexível, passando a incorporar cada vez mais tecnologia em uma velocidade muito grande. É a partir da década de 70, que a indústria teve um aumento exponencial de tecnologia, pois, ao agregar informação em seus produtos, a indústria também agregava valor a eles.

O Toyotismo também seria conhecido como pós-fordismo, conceito utilizado para definir um modelo de gestão produtiva que se diferencia do fordismo, no que se refere, em especial, a organização do trabalho e da produção, por não se centrar na produção em massa, mas sim na ideia de flexibilidade. Contudo, o pós-fordismo pode ser percebido como um dos arquétipos da teoria do pós-industrialismo, sendo utilizado para designar o período de mudanças do capitalismo no qual foi acompanhado de avanço das novas configurações da organização industrial. Tais transformações surgiram a partir da crise estrutural do fordismo, no início dos anos 1970²⁷⁵.

David Harvey afirma que esta crise ocorreu em decorrência da inépcia do fordismo em absorver as demandas concebidas pelo sistema capitalista. Esta inépcia derivava daquilo que Harvey chamaria de rigidez:

²⁷¹ A autonomia é um neologismo surgido a partir da contração de duas palavras: autonomia e automação

²⁷² CORIAT, Benjamin. *Pensar pelo avesso*. Tradução de: Emerson S. da Silva. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ/Revan. 1994

²⁷³ Segundo Coriat, em lugar de proceder através da destruição dos saberes operários complexos e da decomposição em gestos elementares, a via japonesa vai avançar pela desespecialização dos profissionais para transformá-los não em operários parcelares, mas em plurioperadores, em profissionais polivalentes, em trabalhadores multifuncionais

²⁷⁴ A polivalência e a alta qualificação dos trabalhadores fabris. Não interessa mais trabalhadores que só saibam apertar uma rosca, como no fordismo. A mão de obra toyotista deve ser qualificada e especializada, ao mesmo tempo, conseguir realizar diversas funções nas fábricas.

²⁷⁵ HARVEY, David. *Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. Tradução de: Adail Ubirajara Sobral. São Paulo, 17ª Ed. Editora Loyola. 2008.p 135

“Rigidez dos investimentos de capital fixo de larga escala e de longo prazo em sistemas de produção em massa, que impediam a flexibilidade do planejamento [...]”.Rigidez nos mercados, na alocação e nos contratos de trabalho”²⁷⁶

De acordo com Harvey, o surgimento da concorrência japonesa com sua nova concepção de gestão e produção automobilística, as mudanças tecnológicas, os impactos dos choques do petróleo na economia ocorrido em 1973, um número crescente de fusões e incorporações de empresas, um aumento nas desigualdades entre os setores de trabalho no interior do sistema fordista e o surgimento de novas necessidades no que se refere ao consumo, também contribuíram para a crise do fordismo²⁷⁷.O resultado de tais acontecimentos foi a ruptura das práticas e padrões capitalistas baseados no modelo produtivo fordista que conduziu o surgimento de um novo modelo de acumulação, agregado a um novo complexo de regulamentação política e social, denominado por Harvey de regime de acumulação flexível. Neste regime, ocorre a substituição de um modelo de produção e acumulação apoiado na rigidez produtiva, por um regime calcado em uma maior flexibilidade dos processos, padrões de consumo, produtos, organização do trabalho e de mercados²⁷⁸.

Com isso, surgiram novos setores de produção, novos mercados, novas modalidades de serviços financeiros e, em especial, a elevação de altas taxas de inovação comercial, organizacional e tecnológica, com a intenção de garantir que o sistema produtivo seja capaz de operar dentro de circunstâncias que necessitem de rápidas mudanças, adaptando-se às variações da demanda. Em decorrência da ascensão do regime pós-fordista, o mercado de trabalho passou por um período de reestruturação, tendo como características a emergência da flexibilidade nos contratos de trabalho, o surgimento dos contratos de trabalho temporários, a subcontratação, a precarização da mão de obra, a terceirização, a diminuição dos salários e o desemprego estrutural. Houve a introdução, organização industrial, da obsolescência planejada dos produtos, devido a rápida evolução das inovações colocadas no mercado. Também ocorreu a intensificação do uso de novas tecnologias de automação, resultando em uma dispersão espacial das fábricas pelo mundo, descentralizando a produção²⁷⁹.

²⁷⁶ HARVEY, David. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Tradução de: Adail Ubirajara Sobral. São Paulo, 17ª Ed . Editora Loyola. 2008p. 136.

²⁷⁷ Idem. p.139

²⁷⁸ Ibidem. p.140-141

²⁷⁹ HARVEY, David. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Tradução de: Adail Ubirajara Sobral. São Paulo, 17ª Ed . Editora Loyola. 2008. p. 143-148.

André Gorz ao observar as mudanças no setor produtivo na década de 1970, se preocupa com a substituição do trabalho humano pela maquinaria industrial e o desemprego em massa em decorrência desta mudança. Gorz entende que o trabalho após o capitalismo industrial, desde seu início, foi uma progressiva diminuição do emprego dada a constante evolução da automação²⁸⁰. O autor identifica uma crise do marxismo e do movimento operário, argumentando que a crise do primeiro decorre da do segundo, pois a expansão das forças produtivas não foi acompanhada pelo acirramento da luta de classes. Com a evolução dos processos de reestruturação e automação, surge então um movimento operário desfigurado, de forma contrária ao que acreditava supostamente o marxismo. Desta forma, os trabalhadores não mais se entendem enquanto classe²⁸¹.

Ocorre que a introdução de novas tecnologias gerou aumentos substanciais na produtividade, porém uma grande parte desse crescimento foi capturada pelos trabalhadores sob a forma de salários mais elevados. No início da década de 1970, com o embargo do petróleo da OPEP, o potencial das máquinas e computadores para desencadear uma onda de desemprego tornou-se uma ideia longínqua para uma parcela dos economistas. Aqueles que se atreviam a ir contra essa corrente eram rotulados de "neo-luditas"²⁸².

A demanda dos consumidores alimentou o ciclo da automação, principalmente para bens domésticos. Mas desvendar a relação causal entre tecnologia, produtividade, demanda do consumidor e crescimento econômico não é simples. Podem existir processos de causalidade reversa, o que significa que o crescimento econômico estimulou o desenvolvimento técnico, e não o contrário. Isso também se aplica à automação digital. Tampouco devemos necessariamente adotar um fatalismo sobre o avanço da tecnologia. Embora às vezes possa parecer que a tecnologia avança com vida própria, essa aparência pode enganar. O impacto das tecnologias só pode ser sentido quando uma massa crítica de tecnologia foi acumulada ao longo do tempo.

Antes do advento do primeiro computador eletrônico em 1946, a distinção entre humanos e computadores não fazia sentido. Humanos eram computadores. "Computador" era uma ocupação, tipicamente desempenhada por mulheres especializadas em aritmética básica²⁸³. A divisão do trabalho entre humanos e máquinas depende crucialmente das tarefas que os computadores podem realizar com mais eficácia. Antes da era da inteligência artificial, a

²⁸⁰ GORZ, André. *Adeus ao Proletariado: para além do socialismo*. Tradução de Angela Ramalho Vianna e Sérgio Goés de Paula. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1982

²⁸¹ Idem. p. 126

²⁸² FORD, Martin. *Rise of Robots: technology and the threat of a jobless future*. New York. Basic Books. 1 ed. 2015. p.33.

²⁸³ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press.2019

informatização estava em grande parte confinada ao trabalho de rotina. A razão simples é que as máquinas controladas por computador têm uma vantagem comparativa sobre as pessoas em atividades que podem ser descritas por um programador usando lógica baseada em regras. Até muito recentemente, a automação era tecnicamente viável apenas quando uma atividade podia ser dividida em uma sequência de etapas, com uma ação especificada em cada contingência²⁸⁴.

Mas, em outros casos, conhecemos as regras apenas para algumas das tarefas envolvidas em uma ocupação²⁸⁵. Como fica evidente pela existência de caixas eletrônicos, podemos facilmente redigir um conjunto de regras que permite aos computadores substituir os caixas de banco na aceitação de depósitos e no pagamento de saques. Mesmo assim, temos dificuldade em definir as regras para lidar com um cliente insatisfeito. Naturalmente, os bancos aproveitaram-se disso reorganizando o trabalho para que os caixas não sejam mais caixas, mas gerentes de relacionamento, aconselhando clientes sobre empréstimos e outros produtos de investimento. Consequentemente, como o manuseio de dinheiro foi automatizado, os caixas assumiram funções não rotineiras.

Às vésperas da terceira revolução industrial, muitas ocupações eram essencialmente baseadas em regras. A maioria dos americanos ainda trabalhavam no que os economistas chamam de ocupações de rotina.

O marco considerado por alguns historiadores, sociólogos e economistas do início da Terceira Revolução Industrial²⁸⁶ é o ano de 1971, com a criação do microprocessador 4004 pela Intel. O criador, Marcian Edward "Ted" Hoff, teve a ideia de unir sobre um minúsculo suporte todos os circuitos que constituem um computador. Este componente eletrônico era capaz de realizar até 1.200 cálculos por segundo, tendo sido usado pela primeira vez em uma calculadora japonesa, a Basicom 141-PF²⁸⁷.

Em uma propaganda publicada pela revista especializada *Electronic News*, a Intel anunciava “*a micro programmable computer on a chip*” (Um microcomputador programável em chip). Para comparação, a potência do 4004 era semelhante ao ENIAC²⁸⁸, cujos circuitos

²⁸⁴ FREY, Carl Frey, OSBORNE, Michel A., HOLMES, Craig. *Technology at work v. 2.0: The future is not what it used to be*. The Oxford Martin Programme on Technology and Employment. Oxford. Janeiro de 2016.

²⁸⁵ Idem.

²⁸⁶ Jeremy Rifkin em sua obra determina o início da terceira revolução industrial neste ano. Já Manuel Castells, André Gorz e David Harvey, costumam denominar tal período de Revolução Tecnológica.

²⁸⁷ Na segunda metade da década de 1960, a Basicom desenvolveu e comercializou uma série avançada de calculadoras eletrônicas de mesa. Dois contratos em particular foram de grande importância tecnológica. A primeira foi com a Mostek para o desenvolvimento de tecnologia avançada LSI (Integração em Grande Escala) para as calculadoras básicas do Basicom que foram fabricadas em sua fábrica em Osaka. O segundo contrato foi com uma pequena empresa, fundada em 1968, chamada Intel Corporation.

²⁸⁸ Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC - em português: computador integrador numérico eletrônico) foi o primeiro computador digital eletrônico de grande escala. Ele foi construído durante a Segunda Guerra Mundial pelos Estados Unidos. O físico americano John Mauchly, o engenheiro americano J. Presper Eckert Jr. e seus colegas da Moore School of Electrical Engineering da Universidade da Pensilvânia lideraram um projeto financiado pelo governo para construir um

ocupavam um volume de cerca de 80 metros cúbicos. Pouco tempo depois, foi criada uma das primeiras linguagens de programação para robôs em 1972²⁸⁹. O primeiro robô controlado por microcomputador foi introduzido por Cincinnati Milacron²⁹⁰ em 1974, chamado T3 - The Tomorrow Tool.²⁹¹

Desde o trabalho pioneiro de Jan Tinbergen - o primeiro vencedor do Prêmio Nobel de Economia, que identificou que a tecnologia beneficiaria a produtividade dos trabalhadores altamente qualificados mais do que dos trabalhadores pouco qualificados - os economistas tendem a conceituar o progresso tecnológico de uma forma puramente crescente. De acordo com a visão do progresso, as novas tecnologias ajudarão alguns trabalhadores mais do que outros, mas nunca substituirão a mão-de-obra, o que significa que os trabalhadores não verão seus salários caírem à medida que a tecnologia avança. Essa foi uma aproximação razoável da realidade econômica durante grande parte do século XX. Na verdade, a maior parte da teoria econômica reflete os padrões dos tempos específicos que os economistas observam ao seu redor. A obra de Tinbergen, publicada em 1973, antes da era da informatização, não foi exceção²⁹².

Nos países desenvolvidos, em decorrência do desenvolvimento econômico, a população economicamente ativa se transferiu do setor primário para o secundário e, posteriormente, do secundário para o terciário²⁹³. Com a modernização da agricultura e a automação da indústria, houve um esvaziamento da mão de obra desses setores. Já nos países subdesenvolvidos, o

computador totalmente eletrônico. Sob contrato com o exército e sob a direção de Herman Goldstine, o trabalho começou no início de 1943. No ano seguinte, o matemático John von Neumann se uniu ao grupo. Projetado especificamente para calcular valores para tabelas de alcance de artilharia, faltava alguns recursos que o tornariam uma máquina mais útil em geral. Ele usava plugboards para comunicar instruções à máquina; isso possuía a vantagem de que, uma vez “programadas” as instruções, a máquina funcionava em velocidade eletrônica. As instruções lidas de um leitor de cartão ou outro dispositivo mecânico lento não seriam capazes de acompanhar o ENIAC. Com mais de 17.000 tubos de vácuo, 70.000 resistores, 10.000 capacitores, 6.000 interruptores e 1.500 relés, foi facilmente o sistema eletrônico mais complexo construído até então. O ENIAC funcionava continuamente (em parte para estender a vida útil do tubo), gerando 174 quilowatts de calor e, portanto, exigindo seu próprio sistema de ar condicionado. Ele podia executar até 5.000 adições por segundo, várias ordens de magnitude mais rápido do que seus predecessores eletromecânicos. Ele e os computadores subsequentes que utilizam tubos de vácuo são conhecidos como computadores de primeira geração. (Com 1.500 relés mecânicos, o ENIAC ainda estava em transição para computadores posteriores, totalmente eletrônicos.)

²⁸⁹ A primeira linguagem textual de robôs foi WAVE, desenvolvida em 1973 como uma linguagem experimental de pesquisa no Stanford Artificial Intelligence Laboratory. A pesquisa envolvia um robô interfaceado com um sistema de visão. O desenvolvimento de uma linguagem subsequente começou em 1974, em Stanford. A linguagem foi chamada AL, e podia ser usada para controlar braços múltiplos em tarefas exigindo coordenação dos braços.

²⁹⁰ O T3, The Tomorrow Tool, foi o primeiro robô industrial controlado por minicomputador disponível comercialmente desenvolvido por Richard Hohn para a Cincinnati Milacron Corporation em 1974. O robô T3 foi adaptado e programado para fazer operações de perfuração e a circulação de materiais em componentes de aviões sob o patrocínio do ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) da Força Aérea. O T3 Robot é um manipulador do tipo braço articulado servo-controlado de seis eixos acionado por atuadores hidráulicos.

²⁹¹ *Intel Timeline: A History of Innovation*. Intel. Disponível em <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/historic-timeline.html> (Acesso em 20/10/2021)

²⁹² TINBERGEN, Jan. Exhaustion and technological development: A macro-dynamic policy model. *Zeitschr. f. Nationalökonomie* 33. Publicado em 1973. p. 213–234

²⁹³ O setor terciário, com atividades ligadas ao comércio e a prestação de serviços, é composto de profissionais qualificados, em sua maioria.

processo foi diferente. Com a modernização do campo e a industrialização tardia, os trabalhadores rurais e os pequenos agricultores, se viram obrigados a migrarem para os centros urbanos, onde, sem qualificação ou semi-qualificados, adentraram no setor terciário. Isto fez com que este setor crescesse muito, mas sem a qualificação profissional encontrada nos países desenvolvidos²⁹⁴.

Segundo Simon Kuznets, a característica mais importante do crescimento econômico moderno é uma combinação de uma alta taxa de crescimento agregado com efeitos perturbadores e novos problemas. Tal ruptura refere-se, em particular, a mudanças na estrutura econômica e social que a inovação tecnológica gera²⁹⁵. Joseph Schumpeter, teórico-chave da inovação tecnológica, cunhou a famosa noção de "destruição criativa" para o processo de mutação industrial que revoluciona incessantemente a estrutura econômica de dentro, destruindo incessantemente a antiga e conseqüentemente criando uma nova, tendo chamado isso de o "Fato essencial sobre o capitalismo"²⁹⁶. A visão de Schumpeter sobre a economia da tecnologia no contexto da Revolução Industrial precedeu o modelo neoclássico padrão de crescimento proposto por Robert Solow. Em sua função de produção agregada, Solow atribuiu todo o crescimento da produção não explicado por aumentos de capital e / ou trabalho a uma ampla categoria de "mudança técnica" e que praticamente todo o avanço econômico ao longo do século XX fora graças à tecnologia²⁹⁷.

Já para Nicholas Kaldor, o desenvolvimento econômico requer industrialização porque os retornos crescentes no setor manufatureiro significam um crescimento mais rápido da produção manufatureira, que está associado a um crescimento econômico mais rápido. Além disso, existe uma forte relação causal entre o crescimento da produção manufatureira e a produtividade do trabalho devido ao aprofundamento da divisão do trabalho e da especialização, e o escopo para ganhos de produtividade é grande devido às economias de escala. Assim, durante um século de avanço tecnológico sem precedentes em transporte, produção e comunicação, a participação do trabalho na renda nacional permaneceu praticamente constante²⁹⁸. Essa regularidade empírica, que Keynes considerou "um pequeno milagre"²⁹⁹, forneceu aos economistas - embora não ao público leigo - motivos para otimismo

²⁹⁴FORD, Martin. *Rise of Robots: technology and the threat of a jobless future*. New York. Basic Books. 1 ed. 2015.p. 34.

²⁹⁵KUZNETS, Simon. *Modern Economic Growth*. New Haven: Yale University Press. 1966.

²⁹⁶SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Tradução de: Luiz Antônio Oliveira de Araújo. Ed. Unesp. São Paulo. 2017.

²⁹⁷SOLOW, Robert M. "Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth." *The American Economic Review*, vol. 52, no. 2, 1962. p. 76-86.

²⁹⁸KALDOR, Nicholas. 'Equilibrium Theory and Growth Theory', in Boskin, M. J. (ed.), *Economics and Human Welfare* (London: Academic Press). 1979

²⁹⁹KEYNES, John Maynard, 1939. "Relative Movements of Real Wages and Output." *Economic Journal*, vol. 49, No. 193. Publicado em março de 1939. p.34-51.

de que, apesar das possibilidades aparentemente ilimitadas de progresso tecnológico que economiza trabalho, a automação não precisa substituir o trabalho como fator de produção.

Ao publicar em 1974 o livro *“Trabalho e Capital Monopolista”*, o economista político norte-americano Harry Braverman observou que Karl Marx demonstrou que os processos de produção são constantemente transformados pela força motriz da acumulação de capital. Essas transformações se manifestam nas mudanças na aplicação da ciência e tecnologia à produção e seus efeitos nos processos de trabalho em cada ramo da indústria, bem como na redistribuição do trabalho entre as ocupações e as indústrias³⁰⁰.

Braverman chamou a atenção para a natureza desumanizante do trabalho rotineiro, que ele observou persistir desde o nascimento do sistema fabril. O princípio inovador mais antigo do modo de produção capitalista, foi a divisão industrial do trabalho e, de uma forma ou de outra, a divisão do trabalho permaneceu sendo o princípio fundamental da organização industrial.

Para Braverman as máquinas vêm ao mundo não como servas da humanidade; em vez disso, seus proprietários as usam como um instrumento para acumular mais capital e desumanizar ainda mais o trabalho. No entanto, não é a própria máquina que está na origem dessa desumanização. Em vez disso, o maquinário oferece à administração a oportunidade de fazer por meios totalmente mecânicos o que anteriormente havia tentado fazer por meios organizacionais e disciplinares. Em outras palavras, as máquinas aumentam a capacidade humana de exercer o poder de forma controlada e automatizada em um ambiente de trabalho, já que a evolução das máquinas representa uma expansão das capacidades humanas, um aumento do controle humano sobre o meio ambiente por meio da habilidade de extrair dos instrumentos de produção, uma gama e exatidão crescentes de respostas³⁰¹.

Antes desses avanços na tecnologia, essas respostas precisas eram mais difíceis de extrair do reino produtivo, já que o gerenciamento simplesmente dependia da ação e reação humanas imperfeitas para fazer cumprir as demandas. No entanto, os funcionários devem agir em congruência com a mão firme da tecnologia, e a administração é capaz de ditar com mais precisão o ritmo de trabalho, pois as máquinas podem ser calibradas e controladas de acordo com decisões centralizadas³⁰².

Braverman, que viveu a era da produção em massa, descobriu que a fordização da América acelerou a rotinização. As operações da máquina tornaram-se ainda mais subdivididas.

³⁰⁰ BRAVERMAN, Harry. *Trabalho e capital monopolista*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. p. 155

³⁰¹ Idem p. 156

³⁰² Id. p. 187

Os trabalhos dos trabalhadores eram transformados em movimentos mecânicos, nos quais transportadores traziam a tarefa para o trabalhador. Essa especialização aumentou muito a produtividade nas fábricas americanas, mas trouxe maior monotonia para o trabalhador³⁰³. Desse ponto de vista, a automação fabril pode ser considerada uma bênção, pois significa que robôs industriais, controlados por computadores, podem eliminar a necessidade de intervenção humana direta na operação de máquinas. Em vez de ter trabalhadores especializados em manutenção de máquinas, muitas tarefas de rotina poderiam repentinamente ser realizadas por robôs com um grau de precisão mais alto. À medida que a automação progredia, funções mais complexas e criativas se tornavam mais abundantes³⁰⁴.

No entanto, ele também insistiu que a adoção de técnicas de produção fordistas e taylorismo como forma de organização do trabalho estavam se espalhando para cada vez mais setores da economia. Grande parte do trabalho de “colarinho branco”³⁰⁵ estava sujeito exatamente aos mesmos desenvolvimentos que o trabalho “manual”; em graus variados, os empregados de colarinho branco estavam se tornando trabalhadores de fábrica. Braverman contestou as descrições da força de trabalho como cada vez mais qualificada, detalhando as tendências dos empregadores para aumentar o controle do trabalho dos trabalhadores por meio de avanços científicos que separavam a concepção e o planejamento do trabalho de sua execução - em suma, desqualificação. Ele também explicou a relevância contínua da utilização do capital do exército de reserva de trabalho.

Numerosos estudos mostraram que os empregos rotineiros eram esmagadoramente agrupados no meio tanto da habilidade quanto da distribuição de renda. À medida que as máquinas controladas por computadores reduziam a necessidade de tarefas rotinizadas, os americanos de classe média viram seus empregos desaparecerem. Ainda em 1970, mais da metade dos trabalhadores americanos trabalhavam em empregos fabris ou de escritório³⁰⁶. Embora poucos tenham enriquecido, esses empregos sustentaram uma classe média ampla e relativamente próspera. E, talvez mais importante, a maioria desses empregos estava aberta a pessoas com não mais do que o ensino médio. O que Braverman desafiava, entretanto, era a

³⁰³ Idem. p. 200

³⁰⁴ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press.2019

³⁰⁵ O termo “trabalhador de colarinho branco” foi cunhado na década de 1930 por Upton Sinclair, um escritor americano que referenciou a palavra em conexão com funções administrativas, administrativas e gerenciais durante a década de 1930. Um trabalhador de colarinho branco é um profissional assalariado, geralmente referindo-se a funcionários e gerentes de escritório em geral. No entanto, em alguns países desenvolvidos, como o Estados Unidos, o Reino Unido e Canadá, presume-se que uma pessoa seja um trabalhador de colarinho branco quando se ocupa em uma carreira altamente profissional e bem-sucedida ou trabalha em um papel administrativo ou gerencial.

³⁰⁶ DORN, David; AUTOR, David. *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. American Economic Review. Vol.103, nº 5. American Economic Association. Publicado em Agosto/2013.

noção de que a mecanização havia aumentado a demanda por trabalhadores qualificados. Muitos dos trabalhos de rotina que surgiram ao longo do século XX certamente não eram muito exigentes intelectualmente, mas a crescente complexidade da maquinaria industrial pesada e a crescente variedade de máquinas de escritório exigiam operadores mais qualificados.

À medida que o escopo da automação se expandiu de uma tarefa rotineira para outra, esses trabalhadores enfrentaram opções cada vez maiores no mercado de trabalho. Mas, assim como a eletrificação e a adoção da energia a vapor, a informatização não aconteceu da noite para o dia. Seu impacto no mercado de trabalho veio décadas após o nascimento do computador eletrônico³⁰⁷.

À medida que os computadores se tornaram menores, mais baratos e mais poderosos, o emprego de rotina começou a encolher. Mas agora sabemos que a consequência não foi o desemprego tecnológico generalizado, como muitos previram nas décadas de 1950 e 1960. Embora a automação substituísse os trabalhadores em alguns empregos, também criava novos. Os robôs substituíram os trabalhadores em trabalhos de montagem repetitivos, mas as máquinas também exigiam pessoal qualificado, capaz de programar, reprogramar e ocasionalmente repará-los. Cargos como engenheiro de robôs e programador de software de computador são uma consequência direta da automação. Assim, a erosão de antigos empregos deu origem a novos³⁰⁸.

Nas duas últimas décadas a terceirização de habilidades intermediárias ou de nível médio aumentou a pressão sobre os salários ou exigiu maiores níveis de produtividade de uma força de trabalho cada vez mais precária em todo o espectro. Ao mesmo tempo, novos estratos de grupos de status estão sendo formados tanto no centro quanto na periferia em termos desses conjuntos de habilidades, graças às políticas governamentais neoliberais e ao custo relativamente baixo de incubação necessário para implantar e se beneficiar desses novos processos. O que ocorreu desde a década de 1990 com o advento de uma maior acessibilidade às tecnologias de informação é o uso de análise de processos em que conjuntos de habilidades foram cuidadosamente segregados em várias camadas, principalmente formalizadas em graus acadêmicos ou certificações corporativas, que por sua vez são proporcionais ao valor técnico-econômico ou diferentes níveis de remuneração. Essas habilidades são percebidas pela sociedade em geral como tendo um status social específico com base em quão críticas essas

³⁰⁷ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press. 2019

³⁰⁸ LEVY, Frank; MURNANE, Richard J. *The new division of labor: how computers creating the next job Market*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004.

habilidades são percebidas como sendo para a economia como um todo, especificamente o quão difícil são para serem replicadas por computadores e sistemas automatizados.

3.2. O complexo de Estocolmo tecnológico: como não percebemos aonde chegaríamos?

Focar apenas na ascensão e queda das ocupações individuais, no entanto, inevitavelmente encobre grande parte da transformação do local de trabalho. Muitas dessas mudanças ocorreram dentro das ocupações. Por exemplo, embora o trabalho de secretário não tenha desaparecido, ele não tem mais muito em comum com os empregos de secretários na década de 1970. O que é verdade para cargos de secretariado também é verdade para muitos outros empregos. Por exemplo, na década de 1970, homens e mulheres americanos podiam ter uma boa vida como caixas de banco aceitando depósitos e pagando saques. Conforme observado, o emprego não desapareceu, mas os requisitos de qualificação mudaram tão drasticamente que se exige um tipo diferente de trabalhador. Ao mesmo tempo, a informatização claramente não foi tão desanimadora para o trabalho como algumas pessoas previram quando o ENIAC chegou³⁰⁹.

Embora os computadores tenham assumido uma parcela cada vez maior do trabalho de rotina, o trabalho manteve sua vantagem comparativa em outros domínios. Um dos motivos é o que o economista David Autor chamou de “o paradoxo de Polanyi”³¹⁰. Segundo o Paradoxo de Polanyi, as tarefas que parecem ser mais difíceis para os robôs automatizarem são aquelas que exigem flexibilidade, julgamento e senso comum - capacidades que os humanos compreendem tacitamente³¹¹.

Para ilustrar o ponto de vista de Polanyi, é útil contrastar a tarefa de montagem repetitiva com a de projetar um novo carro, escrever uma peça musical ou realizar um discurso estimulante. As regras para o que constitui uma boa música ou um ótimo discurso são difíceis de definir porque não existem. Artistas e outros profissionais criativos constantemente os quebram e redefinem. Do ponto de vista da automação, o insight de Polanyi é crítico, porque significa que existem muitas tarefas que os humanos são capazes de realizar intuitivamente,

³⁰⁹ LEVY, Frank; MURNANE, Richard J. *The new division of labor: how computers creating the next job Market*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004.

³¹⁰ Segundo o filósofo Michael Polany, sabemos mais do que podemos distinguir. A partir dessa afirmação, o economista David H. Autor cunharia o termo “Paradoxo de Polany”.

³¹¹ AUTOR, David H. *Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth*. National Bureau of Economics Research. Working Paper 20485. 2014.

mas que são difíceis de automatizar porque lutamos para definir regras que as descrevam. Para atividades que exigem pensamento criativo, resolução de problemas, julgamento e bom senso, entendemos as habilidades apenas tacitamente. Mas o mais importante, do ponto de vista econômico, a observação de Polanyi também significa que algumas habilidades humanas são complementadas por computadores³¹². Coisas feitas pela tecnologia de computador, como o armazenamento e o processamento de informações, tornam os humanos solucionadores de problemas, tomadores de decisão e analistas mais produtivos. À medida que a informatização reduzia os custos de insumos essenciais para essas tarefas, os humanos se tornaram mais produtivos em empregos que usam o computador. Conforme os computadores foram evoluindo e se tornando cada vez mais acessíveis, o progresso tecnológico se moveu continuamente na direção de favorecer habilidades que exigem educação superior, como resolução de problemas complexos e pensamento criativo, porque os computadores assumiram as tarefas mais mundanas.

E mesmo que alguns tenham perdido para a tecnologia, parece certo que a sociedade aceitou de bom grado o progresso para muitos às custas de poucos. No geral, a tecnologia serviu para tornar os trabalhadores mais produtivos e suas habilidades mais valiosas, permitindo-lhes ganhar melhores salários. E mesmo aqueles que perderam seus empregos pela força da mecanização tiveram uma abundância maior de empregos menos exigentes fisicamente e mais bem pagos para escolher como consequência. Na era da inteligência artificial esse otimismo sobre a tecnologia não pode mais ser dado como certo. Nem tem sido a norma histórica. E, muito naturalmente, quando grandes faixas da população são deixadas para trás pela mudança tecnológica, é provável que resistam. O preço do progresso tem variado muito ao longo da história.

Nosso caminho para a riqueza é mais bem compreendido em termos da adoção de um fluxo constante de tecnologias de economia de trabalho ao longo dos séculos. Como disse certa vez o economista Paul Krugman “depressões, inflação galopante ou guerra civil podem tornar um país pobre, mas somente a produtividade pode torná-lo rico”³¹³. Mas, embora a produtividade seja um pré-requisito para aumentar a renda, não é uma garantia desse crescimento. E, se as máquinas substituírem os trabalhadores em funções existentes, algumas pessoas podem ficar em situação pior à medida que a tecnologia avança.

³¹² AUTOR, David H. Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth. National Bureau of Economics Research. Working Paper 20485. 2014.

³¹³ KRUGMAN, Paul., 1994, *Peddling Prosperity: Economic Sense and Nonsense in the Age of Diminished Expectations*, W.W. Norton, New York and London.

Apesar desse fato, historicamente a economia trata o progresso tecnológico como um ótimo de Pareto: em outras palavras, a suposição é que, quando as máquinas assumem os empregos dos trabalhadores, empregos novos e mais bem pagos tornam-se disponíveis para todos ao mesmo tempo³¹⁴. Conforme evidenciado pelo registro histórico, tais modelos são totalmente irrelevantes para a compreensão de episódios em que o progresso tecnológico está substituindo o trabalho. Essas tecnologias trouxeram padrões materiais mais elevados, mas também o deslocamento do trabalhador. Até que ponto as tecnologias de economia de mão-de-obra causarão deslocamento depende se elas estão habilitando ou substituindo. A substituição de tecnologias torna os empregos e as habilidades redundantes. As tecnologias habilitadoras, por outro lado, tornam as pessoas mais produtivas nas tarefas existentes ou criam empregos inteiramente novos para elas³¹⁵.

Uma segunda razão pela qual ainda existem tantos empregos é explicada pelo paradoxo de Moravec, em homenagem ao cientista da computação Hans Moravec³¹⁶. O paradoxo implica no fato de que é difícil para os computadores realizarem muitas tarefas consideradas fáceis para os humanos e, inversamente, os computadores podem fazer muitas coisas que consideramos extremamente difíceis³¹⁷. Por exemplo, um computador teria facilidade para derrotar o campeão mundial de xadrez Gary Kasparov, mas não seria capaz de limpar as peças de xadrez após o jogo e colocá-las de volta no lugar certo. Qualquer humano ainda supera as máquinas controladas por computador em percepção, destreza e mobilidade.

A persistência destes gargalos de engenharia explica por que o mercado de trabalho evoluiu dessa forma. A automação de trabalhos de rotina significou menos oportunidades de emprego para trabalhadores de média qualificação, que acabam migrando para empregos de serviços de baixa produtividade - como os de zeladores e jardineiros, creches, recepcionistas, e assim por diante. Infelizmente, isso significa que milhões de trabalhadores migraram para empregos em que o teto de produtividade é baixo³¹⁸.

³¹⁴ O ótimo de Pareto (Vilfredo Pareto foi economista e sociólogo italiano da Escola de Lausanne) é um conceito fundamental na ciência econômica. Em muitas análises, busca-se chegar nesse ótimo, o que acontece quando melhorias de Pareto não são mais possíveis. Uma melhoria de Pareto é a melhora na situação de um sem piorar a dos outros. Quando se exaurem todas as melhorias paretianas, estamos no ótimo: só é possível melhorar a situação de alguém piorando a de outrem.

³¹⁵ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press. 2019

³¹⁶ O princípio foi articulado por Hans Moravec na década de 1980. Como Moravec escreve, "é comparativamente fácil fazer com que os computadores exibam desempenho de nível adulto em testes de inteligência ou jogando damas, e difícil ou impossível dar a eles as habilidades de uma criança de um ano no que diz respeito à percepção e mobilidade

³¹⁷ MORAVEC, Hans. *Mind children: The future of robot and human intelligence*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1988.

³¹⁸ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press. 2019

A partir da década de 80, a tecnologia avançou para um nível em que os temores referentes à substituição de homens por máquinas fossem razoavelmente justificados. A quase perfeita correlação histórica entre o aumento da produtividade e o aumento dos rendimentos quebrou: os salários dos trabalhadores nos países desenvolvidos declinaram. A desigualdade de renda subiu para níveis não vistos desde a véspera do crash da bolsa de valores de 1929³¹⁹. Em 1981, a IBM apresentou seu computador pessoal (PC), voltado para o uso domiciliar, em escritórios e escolas. À medida que os computadores pessoais se tornaram mais comuns no local de trabalho, menos tarefas eram executadas pelos trabalhadores. A introdução de computadores e robôs em fábricas e escritórios, desde então, levou ao enriquecimento de uma minoria e a insegurança e empobrecimento da maioria.

A partir dos anos 80, com uma acentuação nos anos 90, inicia-se o processo de desindustrialização da economia, representando o declínio do emprego na manufatura tradicional, com o rápido crescimento dos empregos no setor de serviços ³²⁰. Essa desindustrialização prematura começou durante os programas de ajuste nas décadas de 1980 e 1990, persistindo atualmente, já que os booms dos commodities e as entradas financeiras especulativas resultaram na valorização da moeda e à perda de competitividade da indústria, agravada pelo aumento das exportações de manufaturas da China. Com isso, houve a crescente difusão de novas tecnologias de automação e inteligência artificial sob a forma de robôs³²¹.

Frank Levy e Richard Murnane, dois economistas do Massachusetts Institute of Technology, estavam entre os primeiros a notar esse padrão: como os computadores ajudaram a canalizar o crescimento econômico, dois tipos de empregos bem diferentes aumentaram em número, empregos que pagam salários muito diferentes. Os empregos ocupados por trabalhadores pobres - zeladores, funcionários de refeitórios, guardas de segurança - cresceram em importância relativa. Mas o maior crescimento do emprego ocorreu na parte superior da distribuição de salários - gerentes, médicos, advogados, engenheiros, professores, técnicos. Três fatos sobre esses últimos empregos se destacam: eles pagam bem, exigem habilidades extensas e a maioria das pessoas nesses empregos depende de computadores para aumentar sua produtividade. Esse esvaziamento da estrutura ocupacional - mais zeladores e mais gerentes - é fortemente influenciado pela informatização do trabalho³²².

³¹⁹ FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press. 2019

³²⁰ NÜBLER, Irmgard. *New technologies: A jobless future or golden age of job creation?* Organização Internacional do Trabalho. Research Department. Geneva. 2016.

³²¹ UNCTAD. *Robots and industrialization in developing countries*. Nº 50. Outubro de 2016.

³²² LEVY, Frank; MURNANE, Richard J. *The new division of labor: how computers creating the next job Market*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004.

Os economistas Daron Acemoglu e Pascual Restrepo estimaram uma forte relação entre a introdução dos robôs e a inteligência artificial com os resultados do mercado de trabalho pós-1990. Nas áreas mais expostas, entre 1990 e 2007, o emprego e os salários diminuíram de forma significativa, comparando-se com outras áreas menos expostas. Quantitativamente, as estimativas demonstraram que o aumento do estoque de robôs, de aproximadamente um robô para cada mil trabalhadores de 1993 a 2007, reduziu o índice de emprego para população americana em 0,37%. Ou seja, para estes economistas, um robô reduziu o emprego por 6.2 trabalhadores³²³.

Um equívoco comum é supor que a automação é uma extensão da mecanização. A automação substituiu precisamente os empregos semiqualeificados de manutenção de máquinas criados pela mecanização, que antes sustentavam uma classe média grande e estável. Em termos gerais, aqueles que têm a sorte de ter feito faculdade prosperaram na era dos computadores. Mas, com o esgotamento dos empregos de renda média, muitos trabalhadores semiqualeificados lutaram para encontrar um emprego decente³²⁴.

Embora essa observação se concentrasse nos Estados Unidos, a polarização observada não era apenas um fenômeno americano. O esvaziamento do meio é uma característica dos mercados de trabalho em todo o mundo industrial³²⁵.

Trabalhos com perfis de baixa complexidade foram substituídos por completo durante as últimas décadas. Em contrapartida, os trabalhos que abrangem uma gama mais ampla de tarefas diferentes e de maior complexidade são mais resilientes à automação. Máquinas e robôs tendem a complementar parte dessas tarefas, aumentando o desempenho das tarefas que não foram automatizadas. Os trabalhadores se concentraram então na execução de tarefas não rotineiras que exigem flexibilidade, criatividade, capacidade de resolução de problemas e habilidades de comunicação complexas³²⁶.

Há uma mudança estrutural no mercado de trabalho, com os trabalhadores reatribuindo o suprimento de mão-de-obra da indústria de renda média para ocupações de serviços de baixa renda. Provavelmente, isso ocorre porque as tarefas manuais das ocupações de serviços são menos suscetíveis à informatização, pois exigem maior grau de flexibilidade e adaptabilidade

³²³ DARON, Acemoglu; RESTREPO, Pascual. Robots and Jobs: Evidence from US labor markets. MIT Economics. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. n° 23285. Publicado em 17 de mar. de 2017.

³²⁴ Frey, Carl Benedict, 2019, *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press.

³²⁵ MILANOVIC, Blanko. *Global Inequality: A New Approach for the Age of Globalization* (Cambridge, MA: Harvard University Press), 54. 2016

³²⁶ Idem.

física³²⁷. A maioria das tecnologias são projetadas para economizar mão-de-obra, tendo demonstrado sucesso em seu objetivo ao longo dos anos. Autor demonstrou que a automação não reduz necessariamente o emprego agregado, ainda que as necessidades por mão de obra sejam reduzidas, já que as tarefas que não podem ser substituídas pela automação são geralmente complementadas por ela. As melhorias de produtividade em um conjunto de tarefas quase que necessariamente aumentam o valor econômico das demais tarefas³²⁸.

Para Autor, são três os fatores principais que mitigam ou aumentam os impactos da tecnologia no mercado de trabalho, sustentando sua tese. Primeiro, os trabalhadores são mais propensos a se beneficiar diretamente da automação, quando estes fornecem as tarefas que serão complementadas pela automação, mas não quando as tarefas que fornecem são as que serão substituídas. O exemplo dado é o do trabalhador da construção civil, especialista no uso de pá, mas que não sabe dirigir uma escavadeira. Em decorrência disso, à medida que a automação avança, ele experimentará uma queda do seu salário³²⁹. Em segundo lugar, a flexibilidade da oferta de trabalho pode reduzir os ganhos salariais. Se as tarefas complementares que os trabalhadores oferecem estão fartamente disponíveis, então é plausível que um fluxo maior de novos trabalhadores atenuará os ganhos salariais que resultariam das complementaridades entre a automação e a mão de obra humana³³⁰. Em terceiro lugar, a elasticidade de renda da demanda combinada com a elasticidade de produção da demanda pode amortecer ou amplificar os ganhos da automação. Os produtores agrícolas, por exemplo, a longo prazo apresentaram melhorias em produtividade, sendo acompanhados da queda na participação da renda doméstica das áreas rurais, já que as famílias dependentes da produção agrícola migraram para as cidades em busca de melhores oportunidades de emprego. No setor hospitalar, as melhorias na tecnologia levaram a uma parcela cada vez maior em gastos com a saúde. Autor defende que, ainda que a elasticidade da demanda final de um determinado setor esteja abaixo da unidade - o que significa que o setor diminui à medida que aumenta a produtividade - isso não implica que a demanda agregada caia à medida que a tecnologia avança. O excedente de renda pode ser gasto em outros lugares³³¹.

³²⁷ AUTOR, David H.; DORN, David. *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. American Economic Review. Vol. 103. nº 5. American Economic Association. Publicado em Agosto de 2013.

³²⁸ AUTOR, David H. *Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation*. Journal of Economic Perspectives. MIT. Vol nº 29. Publicado em abril de 2015. p. 3-30

³²⁹ Idem.

³³⁰ Ibidem.

³³¹ Ibidem.

Com o aumento do crescimento da produtividade no final da década de 1990, a opinião de que a maioria dos benefícios da revolução digital já foi vista recebeu mais atenção³³². Enquanto um declínio no dinamismo tecnológico dos países desenvolvidos explicaria a queda recente da produtividade e a crescente concentração de riqueza, não explica por que os salários não conseguiram crescer em paralelo com a produtividade. Embora a tecnologia possa aumentar a produtividade e aumentar os salários, ela também pode assumir a forma de capital que substitui o trabalho. Nesse caso, o crescimento da produtividade simplesmente aumentará a participação do capital na renda e, portanto, a concentração da riqueza³³³.

Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee argumentam que a visão de que um fosso crescente entre produtividade e remuneração se deve ao aumento do uso da tecnologia auxiliando os trabalhadores na realização de suas atividades e da própria substituição da mão de obra por máquinas. Os trabalhadores comuns não se adaptaram a um ritmo cada vez maior de mudanças tecnológicas, razão pela qual os salários não conseguiram acompanhar a produtividade³³⁴. Ainda de acordo com Brynjolfsson e McAfee, dificilmente teremos um problema de crescimento econômico resultante de uma desaceleração da inovação: os avanços tecnológicos aumentam a produtividade somente após longas defasagens³³⁵.

Em 2017, um estudo publicado pelo Fundo Monetário Internacional demonstrou que o avanço da tecnologia é a maior razão pela qual os trabalhadores estão ganhando uma fatia cada vez menor do bolo de renda. Segundo o estudo, nas economias avançadas, a parcela do rendimento nacional pago em salários, incluindo benefícios, para os trabalhadores, começaram a diminuir na década de 1980, atingindo seu nível mais baixo do último meio século, antes da crise financeira global de 2008-2009 e não se recuperaram materialmente desde então. Ainda de acordo com este estudo, levariam cerca de 20 anos para o efeito de produtividade superar o efeito de substituição e elevar os salários. Os dados são mais limitados para economias emergentes e em desenvolvimento, mas em mais da metade deles - e especialmente as maiores economias desse grupo - os salários também diminuíram desde o início da década de 1990.³³⁶

A queda da participação no trabalho implicou em um crescimento lento dos salários em comparação à produtividade. Se esta aumenta em um ritmo acelerado devido ao progresso

³³²JAIMOVICH, Nir. SIU, Henry E. *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries*. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 18334. Publicado em agosto de 2014.

³³³FREY, Carl Benedikt Frey, OSBORNE, Michel A., HOLMES, Craig. *Technology at work v. 2.0: The future is not what it used to be*. The Oxford Martin Programme on Technology and Employment. Oxford. Janeiro de 2016..

³³⁴BRYNJOLFSSON, Erik. McAFEE, Andrew. *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company Inc. 2014. p. 70-75.

³³⁵Idem.

³³⁶DAO, Mai Chi. Et all. *Why is Labor Receiving a Smaller Share of Global Income? Theory and Empirical Evidence*. Fundo Monetário Internacional. 2017.

tecnológico, sendo acompanhada pelo salário em constante aumento, uma parcela de mão-de-obra em declínio pode ser vista como um subproduto de um desenvolvimento favorável. No entanto, em várias economias, a diminuição das parcelas trabalhistas ³³⁷é resultado de um fracasso do crescimento dos salários do produto em acompanhar o fraco crescimento da produtividade³³⁸.

Há duas explicações para as tendências descendentes das parcelas trabalhistas nos Estados Unidos e nas economias avançadas: o rápido avanço da tecnologia e a globalização do comércio e do capital. Há um amplo consenso de que, apesar dos consideráveis custos de ajuste que essas forças impuseram a alguns grupos de trabalhadores, ambas as tendências contribuíram fortemente para o crescimento geral e a prosperidade em todo o mundo, bem como para a convergência de renda em países emergentes e economias em desenvolvimento³³⁹.

Em particular, os benefícios da integração comercial e financeira para o mercado emergente e as economias em desenvolvimento - onde eles fomentaram a convergência, aumentaram os rendimentos, expandiram o acesso a bens e serviços, retirando milhões da pobreza - estão bem documentados³⁴⁰. Embora os salários dos trabalhadores tenham tido um crescimento mais lento do que a produtividade média em algumas economias emergentes e em desenvolvimento, o aumento dos salários tem sido, em certa medida, impulsionado pela integração desses países na economia global.

De fato, o aumento da desigualdade em algumas economias de mercado emergentes também deve ser visto no contexto do aumento dos níveis de renda para aqueles que estão no final da distribuição de renda. Ao mesmo tempo, análises empíricas mostraram que, em algumas economias avançadas, a automação de empregos, juntamente com a competição offshoring e importação, levou a perdas persistentes de empregos³⁴¹ em ocupações de média qualificação³⁴².

³³⁷ O estudo apresentado pelo Fundo Monetário Internacional descreve a fórmula para medir a parcela trabalhista da renda como: $(wL) / (PY) = (w / P) / (Y / L)$, em que w é o salário monetário (incluindo benefícios) por trabalhador, L é emprego (horas trabalhadas), Y é saída real, Y / L é, portanto, produtividade do trabalho, e P é o deflator do PIB. Porque w / P é o salário expresso em unidades de produção doméstica, também é chamado de salário (real) do produto. O salário do produto pode diferir do salário de consumo (isto é, salários medidos em termos de consumo), uma vez que este leva em consideração os termos de troca (o preço das importações em termos de exportações) e é uma medida preferencial do poder de compra da renda salarial dos trabalhadores.

³³⁸ DAO, Mai Chi. Et all. *Why is Labor Receiving a Smaller Share of Global Income? Theory and Empirical Evidence*. Fundo Monetário Internacional. 2017.

³³⁹ Idem.

³⁴⁰ O estudo do FMI indica os trabalhos de Baldwin (2016), Fajgelbaum e Khandelwal (2016), Costinot e Rodriguez-Clare (2014), Wacziarg e Welch (2008), seção 2 no Capítulo 2 do Perspectiva Econômica Mundial de outubro de 2016 e FMI / BM / OMC (2017). O Capítulo 2 dos documentos do WEO de abril de 2017 demonstram que as entradas de capital mais fortes tenderam a aumentar o crescimento per capita em economias emergentes e em desenvolvimento.

³⁴¹ DAO, Mai Chi. Et all. *Why is Labor Receiving a Smaller Share of Global Income? Theory and Empirical Evidence*. Fundo Monetário Internacional. 2017.

³⁴² Os pesquisadores normalmente definem trabalhadores de nível médio (middle-skill) como indivíduos com alguma educação pós-secundária, como um curso técnico por exemplo, sem ter um diploma universitário. Da mesma forma, os trabalhadores de baixa habilidade são definidos como aqueles com um grau de ensino médio ou abaixo disso, e os trabalhadores de alta

Quais são os impulsionadores de mudanças transformadoras e de longa duração na distribuição de empregos? Conhecer as razões da polarização de empregos oferece a oportunidade de compreender várias tendências importantes no mercado de trabalho ao longo das últimas décadas, mas também promete insights sobre o que pode acontecer no futuro.

3.3. Esvaziando a classe média: a polarização do mercado de trabalho.

Os anos clássicos de industrialização são conhecidos como a pausa de Engels, quando a fábrica mecanizada deslocou a indústria nacional, piorando as perspectivas econômicas de muitos cidadãos, mesmo com o crescimento da economia britânica. Durante os anos clássicos, a produção experimentou uma expansão sem precedentes, mas os ganhos do crescimento não atingiram a maioria das pessoas. A produção por trabalhador cresceu mais de três vezes mais rápido do que a média dos salários semanais. À medida que os empregos dos artesãos de renda média foram cortados, os ganhos da Revolução Industrial foram para os industriais que viram a taxa de lucro dobrar. A afirmação de Engels de que os industriais enriqueceram com a miséria dos trabalhadores estava amplamente certa para o período que observou³⁴³. A pausa só terminou por volta de 1840. Se Friedrich Engels vivesse hoje, o que ele teria escrito sobre a era do computador?

As condições de trabalho no Ocidente industrial claramente não têm muito em comum com as “fábricas escuras e satânicas”. Mas as trajetórias da produção per capita e dos salários das pessoas parecem extremamente semelhantes. Na América, a produtividade do trabalho cresceu oito vezes mais rápido do que a remuneração por hora desde 1979. Mesmo com a economia americana se tornando muito mais produtiva, os salários reais estagnaram e mais pessoas estão desempregadas; conseqüentemente, a participação do trabalho na renda caiu³⁴⁴.

Como foi o caso nos anos clássicos da Revolução Industrial, os ganhos do crescimento passaram da base para o topo da distribuição de renda e do trabalho para os proprietários do capital. Durante os anos do pós-guerra, a participação da mão-de-obra oscilou em torno de 64%,

habilidade são definidos como aqueles com um diploma de bacharel. Os trabalhadores desta categoria normalmente ocupam postos de trabalho nos grupos de vendas, construção, instalação, reparação, produção e transporte.

³⁴³ AUTOR, David H. Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*. MIT. Vol nº 29. Publicado em abril de 2015. p. 3–30

³⁴⁴ Idem.

mas desde a década de 1980 diminuiu constantemente para o nível mais baixo do pós-guerra após a Grande Recessão, com uma média de cerca de 58% nos últimos anos³⁴⁵.

Nas primeiras quatro décadas após a Segunda Guerra Mundial, o impulso da mudança ocupacional distorceu-se fortemente do trabalho fisicamente exigente, perigoso e servil para o trabalho qualificado em cargos administrativos. O emprego agrícola diminuiu quase 4% por década. O emprego profissional, técnico e gerencial - as categorias de habilidades mais altas - obtiveram um crescimento de 3% por década (2,5% para profissionais e técnicos, e de 0,5% para os administradores). E entre o vasto grupo médio de trabalhadores entre a agricultura (na parte inferior) e profissionais, técnicos e executivos (os três grupos no topo), o serviço e as ocupações qualificadas nos cargos administrativos eram estáveis. Assim, o trabalho fisicamente exigente, repetitivo, perigoso e cognitivamente monótono estava recuando, iniciado por extraordinários ganhos de produtividade na agricultura³⁴⁶.

O aumento do poder de compra dos consumidores estimulou a demanda por bens manufaturados e complementos de lazer. O crescimento de corporações tecnicamente intensivas, serviços de saúde e educação superior, criaram empregos para profissionais credenciados e um quadro de trabalhadores administrativos. Embora a automação estivesse claramente reduzindo a procura de mão-de-obra em uma grande área de ocupações, é fácil ver por que as perspectivas gerais de emprego pareciam amplamente favoráveis durante esse período. Mas, após o final da década de 1970, esses ventos favoráveis diminuíram.

À medida que as máquinas controladas por computador reduziam a necessidade de tarefas rotinizadas, os americanos de classe média viram seus empregos desaparecerem. Ainda em 1970, mais da metade dos trabalhadores americanos trabalhava em empregos braçais ou de escritório. Embora poucos deles tenham enriquecido, esses empregos sustentaram uma classe média ampla e relativamente próspera. E talvez mais importante, a maioria desses empregos estava aberta a pessoas com não mais do que o ensino médio³⁴⁷.

E não é apenas um fenômeno americano. Os economistas Loukas Karabarbounis e Brent Neiman, por exemplo, documentaram que a parcela da renda nacional destinada ao trabalho diminuiu drasticamente na maioria dos países desde os anos 1980, o que, eles argumentam, se deve a computadores mais baratos³⁴⁸. Há boas razões para achar que o aumento dos lucros e a

³⁴⁵ FREY, Carl Benedikt Frey, OSBORNE, Michel A., HOLMES, Craig. *Technology at work v. 2.0: The future is not what it used to be*. The Oxford Martin Programme on Technology and Employment. Oxford. Janeiro de 2016.

³⁴⁶ Idem.

³⁴⁷ L. F. Katz and R. A. Margo, 2013, "Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labor: The United States in Historical Perspective (Working Paper 18752, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA).

³⁴⁸ L. Karabarbounis and B. Neiman, 2013, "The Global Decline of the Labor Share," *Quarterly Journal of Economics* 129 (1):61–103

queda da participação do trabalho estão ligados à automação de empregos rotineiros de renda média (como os de operadores de máquinas e contadores) e a mudança de mão de obra para empregos de baixa renda (por exemplo, faxineiros, garçons e recepcionistas).

Branko Milanovic afirma que a revolução tecnológica, assim como a Revolução Industrial do início do século XIX, aumentou as disparidades de renda³⁴⁹ Esses períodos não foram apenas momentos em que a participação nos lucros da renda atingiu patamares históricos e os salários de os cidadãos comuns estavam estagnados. Os economistas Lawrence Katz e Robert Margo apontaram que os efeitos dos computadores no mercado de trabalho hoje têm sido semelhantes aos que acompanharam a expansão da fábrica mecanizada no século XIX³⁵⁰.

Até agora, as novas tecnologias de computação não causaram desemprego generalizado, como tem sido tão amplamente temido. Embora as indústrias e ocupações tenham perdido empregos devido à automação, as perdas de empregos foram compensadas pela criação de novas tarefas, clientes e fornecedores se beneficiando de produtos mais baratos e aumentos nos gastos gerais do consumidor. Mas as novas tecnologias reduziram o tamanho da classe média, pressionando para baixo os salários dos trabalhadores não qualificados e reduzindo a participação do trabalho na renda. E, como a experiência da Revolução Industrial ilustra, mesmo quando novos empregos estão sendo adicionados, pode levar muito tempo para os trabalhadores adquirirem as habilidades necessárias para passarem com sucesso para os empregos recém-emergentes.

Quando as tecnologias de substituição tornam redundantes as habilidades dos trabalhadores existentes, elas reduzem a capacidade de ganho de partes significativas da população. Embora novas tarefas possam ser desmembradas no processo, novas habilidades levam tempo para serem aprendidas e costumam ser vistas nos salários dos trabalhadores apenas anos depois. Conforme discutido no contexto da Revolução Industrial, os salários dos tecelões de teares mecânicos dispararam muito depois de seus empregos serem destruídos. Um equivalente moderno é o caso dos tipógrafos, o que também ilustra vividamente esse ponto.

Quando as habilidades ocupacionais são substituídas por máquinas, o investimento que os trabalhadores fizeram na construção do capital humano associado a essa ocupação foi à falência industrial. Um trabalhador deslocado de uma usina siderúrgica não poderá começar uma nova carreira como barbeiro na manhã seguinte e raramente está preparado para assumir um cargo profissional, administrativo ou de engenharia. Quanto mais alto for o custo de

³⁴⁹ MILANOVIC, Branko. *Global Inequality: A New Approach for the Age of Globalization* (Cambridge, MA: Harvard University Press), 54. 2016

³⁵⁰ L. F. Katz and R. A. Margo, 2013, "Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labor: The United States in Historical Perspective (Working Paper 18752, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA).

acumulação de novo capital humano, mais demorada será a transição. Mesmo os empregos de baixa qualificação em restaurantes, hotéis e postos de gasolina exigem algumas habilidades. A experiência é valiosa em quase todas as profissões. Mas, inquestionavelmente, o custo de adquirir novo capital humano para conseguir empregos bem remunerados tornou-se muito maior na economia de tecnologia cada vez mais alta, levando a uma divisão cada vez mais rígida entre aqueles que foram para a faculdade e aqueles que não o fizeram. Além do mais, como veremos, a localização é tão importante quanto a educação. Os problemas de ajuste mais sérios ocorreram entre trabalhadores não qualificados em cidades em declínio.

Enquanto os empregos no topo da escada de habilidades - profissões técnicas e executivas - cresceram ainda mais rapidamente entre 1980 e 2010 do que nas quatro décadas anteriores, as mudanças profissionais positivas fora dessas duas categorias ficaram paradas. As ocupações administrativas encolheram rapidamente e as ocupações de vendas - vulneráveis a era da informatização - avançaram acentuadamente. Enquanto os empregos fisicamente exigentes continuaram a atrofiar, os serviços pessoais de baixa remuneração começaram a absorver uma parcela crescente do trabalho que não exigia ensino superior. Muitas forças distinguiram os mercados de trabalho dessas duas épocas de 1940-1980 e 1980-2010: uma lista parcial incluiria mudanças na oferta relativa de trabalho para os que possuem ensino superior e os que apenas possuem o fundamental, o aumento da penetração comercial, a terceirização e globalização das cadeias de produção³⁵¹. A Grande Recessão de 2008 reforçou essas tendências ao invés de revertê-las ou redirecioná-las³⁵².

A ascensão da classe média foi em grande parte consequência de duas revoluções industriais. De meados do século XIX até a era dos computadores, a mudança tecnológica ajudou uma parcela cada vez maior de trabalhadores a ingressar nas fileiras da classe média. Nesse sentido, a revolução do computador não foi a continuação de um século de mecanização, mas a reversão completa dela. Recentemente, a automação eliminou os empregos criados pela disseminação de máquinas para escritórios e fábricas ao longo do século XX. A reestruturação da economia americana não funcionou a favor da classe média. A experiência das décadas que se seguiram à década de 1980 em muitos aspectos se assemelha à do início do século XIX, quando a chegada da fábrica mecanizada causou um esvaziamento semelhante do mercado de trabalho, pressionou para baixo os salários dos trabalhadores e causou a parcela do trabalho de renda cair - em detrimento das pessoas comuns.

³⁵¹ L. F. Katz and R. A. Margo, 2013, "Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labor: The United States in Historical Perspective (Working Paper 18752, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA).

³⁵² AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

Conforme o preço para a implantação de novas tecnologias se tornou mais acessível, os computadores têm deslocado cada vez mais os trabalhadores ao realizar tarefas explícitas e codificáveis. Se os computadores substituíram em grande parte as tarefas de rotina, por que é tão difícil substituir as não rotineiras?

Autor, Levy e Murnane, distinguem dois grandes conjuntos de tarefas não rotineiras que encontrarão obstáculos em sua automatização devido às suas complexidades. Uma categoria, chamada de tarefas abstratas, inclui tarefas que requerem intuição, criatividade, capacidade de resolução de problemas e persuasão. Tais tarefas são características das profissões técnicas e executivas, de trabalhadores que possuem ensino superior completo ou técnico. A segunda categoria chamada de tarefas manuais, inclui tarefas que exigem adaptabilidade situacional, interações pessoais e reconhecimento visual e linguístico. Tais tarefas são características dos trabalhadores do ramo alimentício, de limpeza, assistência médica e em serviços de segurança e proteção. Essas ocupações tendem a empregar trabalhadores que são fisicamente aptos, mas que possuem em sua grande maioria, o ensino fundamental completo. Embora essas atividades não sejam altamente qualificadas pelos padrões do mercado de trabalho dos EUA, apresentam desafios enormes para a automação³⁵³.

Importante ressaltar que, muitos trabalhos de tarefas manuais (cortes de cabelo, preparo de refeições frescas, limpeza doméstica) costumam ser realizados no local ou pessoalmente (pelo menos por agora) e, portanto, essas tarefas não estão sujeitas à robotização. O potencial número de trabalhadores que podem realizar esses trabalhos é muito grande. Como os trabalhos que são intensivos em tarefas abstratas ou manuais geralmente são encontrados em extremidades opostas do espectro de habilidades ocupacionais - executivas e técnicas, por um lado, e nas ocupações de serviço - esse raciocínio implica que a informatização das tarefas de trabalho rotineiras poderá levar ao crescimento simultâneo de empregos de alto nível e alto salário, baseando-se no ensino superior de um lado e de empregos de baixo nível e baixa remuneração, baseando-se no ensino fundamental a médio, de outro lado³⁵⁴ - um fenômeno chamado de "**polarização dos empregos**"³⁵⁵.

Esta polarização dos empregos é o resultado de uma crescente demanda por qualificação que pode ser verificada através de mudanças no rendimento e na estrutura ocupacional. Seus

³⁵³ AUTOR, David H.; LEVY, Frank; MURNANE, Richard. 2003. *The skill content of recent technological change: an empirical exploration*. Quarterly Journal of Economics. NBER Working Paper No. 8337. Publicado em: junho/2001.

³⁵⁴ Idem.

³⁵⁵ GOOS, Maarten; MANNING, Allan. *Lousy and Lovely Jobs: the Rising Polarization of Work in Britain*. Review of Economics and Statistics London School of Economics and Political Science. V. 89 p.118-133. Publicado em 2007.

principais contribuintes são a automação do trabalho de rotina e a integração internacional dos mercados de trabalho³⁵⁶.

A tecnologia, o comércio e a terceirização não são, de modo algum, a única explicação possível para a polarização do emprego. Embora a queda de postos de trabalho possa ser atribuída principalmente à automação do trabalho de produção de rotina e à crescente concorrência internacional em produtos manufaturados, a magnitude das perdas de renda para os trabalhadores é seguramente ampliada pelo fato de que as perdas de emprego estão em indústrias intensivas³⁵⁷.

Ao longo do tempo, os empregos de alta habilidade (tarefas cognitivas) e de baixa habilidade (tarefas manuais) tem crescido. Esse crescimento foi acompanhado por um esvaziamento das ocupações de rotina de habilidade média. Por isso, houve uma polarização no emprego longe de tarefas rotineiras e de habilidade média para tarefas cognitivas e manuais não rotineiras. Em 1982, as ocupações de rotina representavam aproximadamente 56% do emprego total nos EUA. Em 2012, essa participação caiu para 44%³⁵⁸.

Segundo o economista Nir Jaimovich, a era da polarização do emprego começou na década de 1980, mas não representa apenas um declínio relativo no emprego de rotina, mas a aceleração óbvia desse declínio. Essa aceleração deve-se ao fato de que o emprego de rotina está desaparecendo em termos absolutos. Esse declínio não ocorreu de forma constante nos últimos 25 ou 30 anos³⁵⁹.

O declínio nas ocupações de rotina está concentrado em recessões econômicas. Isso ocorreu essencialmente em três etapas. Após o seu pico em 1990, o emprego per capita nessas ocupações caiu 3,5% durante a recessão de 1991³⁶⁰ e mais 1,8% durante a recuperação subsequente sem emprego³⁶¹. Após uma pequena recuperação, o emprego foi essencialmente pleno até a recessão de 2001. Em 2003, dois anos após a recuperação, este grupo perdeu 6,2% de seu emprego, antes de nivelar novamente. O emprego rotineiro despencou novamente na Grande Recessão de 2009, em 11,3%, sem recuperação posterior. Por isso, este elemento crítico

³⁵⁶ AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

³⁵⁷ Idem.

³⁵⁸ JAIMOVICH, Nir. SIU, Henry E. *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries*. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 18334.2012 (revisado em 20/03/2014). Publicado em Agosto de 2014.

³⁵⁹ Idem.

³⁶⁰ Nir Jaimovich e Henry E. Siu, ao longo do artigo usado neste trabalho, se referem às recessões pelo seu ano de término, por exemplo, a recessão que começou em dezembro de 2007 e terminou em junho de 2009 é referida como a recessão de 2009.

³⁶¹ O termo usado na economia, “jobless recovery”, em uma tradução livre “recuperação sem emprego” é usado para se referir a uma recuperação da economia sem geração de empregos, algo comum às economias desenvolvidas após 2009. Nos Estados Unidos, a primeira recessão com traços de uma “jobless recovery” foi a de 1990 a 1991, período da Guerra do Golfo: o fim dela foi identificado em março de 1991, mês em que o PIB americano atingiu o mínimo.

da polarização do emprego é observado durante as recessões: é um fenômeno do ciclo de negócios³⁶².

Há, portanto, uma exploração da relação entre a polarização de empregos e as recuperações sem emprego. A partir dos polos criados nos períodos de recessão, o que se observa nos EUA é a reação da economia sem ser acompanhada pelo mercado de trabalho a partir da década de 1990. Assim, os empregos rotineiros conseguem ser substituídos por computadores, o que ocorre em função do avanço tecnológico visto nos anos 1990, fazendo com que os níveis da taxa de desemprego fiquem em patamares mais elevados mesmo com a economia voltando a níveis saudáveis³⁶³.

Nas recessões de 1991, 2001 e 2009, as tarefas de rotina representavam 89%, 91% e 94% de todas as perdas de emprego, respectivamente. Isto é, apesar do fato de que ocupações de rotina representam aproximadamente 50% do emprego total, em média, de 1983 a 2013 no EUA. As ocupações de rotina não mostram recuperações, pois o emprego nestas ocupações caiu 1,8% nos 24 meses após o final da recessão de 1991. Uma imagem semelhante surge para a recessão de 2001: após dois anos ainda houve uma queda de 2,8%. Em 2009, essas ocupações são particularmente atingidas, caindo 11,8% e outros 2,3% nos dois anos seguintes. Ou seja, as tarefas de rotina estão desaparecendo, em contrapartida, as ocupações não rotineiras, não experimentam contrações em recessões. Nesse sentido, o fenômeno de recuperação sem emprego é devido ao desaparecimento de tarefas de rotina³⁶⁴.

Mesmo durante os anos de recessão de 2007 a 2009, o crescimento do emprego no setor de serviços (baixa habilidade) tem sido modestamente positivo, acima inclusive, do que as ocupações de alta habilidade. Assim, seu crescimento rápido desde 1980 marca uma inversão acentuada da tendência, já que costumeiramente as ocupações de alta habilidade sempre mostraram um crescimento maior. Cumulativamente, essas duas tendências - crescimento rápido do emprego nas ocupações de alta e baixa habilidade - reduziram substancialmente a proporção de empregos representados por empregos em ocupações de média habilidade³⁶⁵.

Em 1979, as quatro ocupações de nível médio - trabalhadores no setor de vendas, trabalhadores no setor administrativo, trabalhadores de produção e trabalhadores na área de telemarketing - representavam 57,3% do emprego nos EUA. Em 2007, esse número foi de

³⁶² JAIMOVICH, Nir. SIU, Henry E. *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries*. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 18334.2012 (revisado em 20/03/2014). Publicado em Agosto de 2014.

³⁶³ Idem.

³⁶⁴ JAIMOVICH, Nir. SIU, Henry E. *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries*. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 18334.2012 (revisado em 20/03/2014). Publicado em Agosto de 2014.

³⁶⁵ AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

48,6%, e em 2009 foi de 45,7%. Essa mudança considerável na composição do trabalho é um reflexo de três décadas de crescimento do emprego na base da distribuição ocupacional. A Grande Recessão reduziu drasticamente o emprego geral na economia dos EUA, mas não alterou fundamentalmente a direção da mudança ocupacional prevalecente ao longo deste período³⁶⁶.

A explicação recorrente para a polarização dos empregos baseia-se no advento da informatização no local de trabalho, como já abordado anteriormente. O preço da tecnologia da informação caiu a um ritmo notável nos últimos anos. Em 2007, o economista da Universidade de Yale, William Nordhaus, estimou que o custo real de executar um conjunto padronizado de tarefas computacionais usando a tecnologia da informação havia caído cerca de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ por ano nas últimas seis décadas, levando a um declínio acumulado de pelo menos um trilhão de vezes o custo da computação³⁶⁷.

As tarefas de processamento que eram incrivelmente caras há 30 anos, são agora trivialmente baratas. Esse declínio rápido e secular dos preços criou enormes incentivos econômicos para que os empregadores substituam a mão de obra humana por tecnologia da informação, na realização de tarefas no local de trabalho. Simultaneamente, cria vantagens significativas para os trabalhadores cujas habilidades se tornam cada vez mais produtivas à medida que o preço da computação cai. Esta observação levanta a questão: para quais tarefas os computadores são um substituto e para quais tarefas eles são um complemento?

Embora os computadores estejam em todos os lugares, eles não fazem tudo. Em vez disso, os computadores - ou, mais precisamente, os processadores que executam instruções armazenadas - possuem um conjunto muito específico de capacidades e limitações. Sua capacidade de realizar uma tarefa depende da capacidade de que um programador, que possa escrever um conjunto de procedimentos ou regras para dizer à máquina o que fazer em cada eventual contingência. Para que a tarefa seja executável pela máquina, ela deve estar suficientemente definida, de modo que uma máquina possa executá-la com sucesso sem o auxílio do "senso comum" seguindo rapidamente e com precisão as etapas estabelecidas pelo programador.

Consequentemente, os computadores são altamente produtivos e confiáveis ao realizar as programações a eles estabelecidas, porém ineptos no que não lhes foi programado. Os softwares, por exemplo, podem jogar um jogo de damas ou um jogo de xadrez, pois tais jogos

³⁶⁶ AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

³⁶⁷ NORDHAUS, William. *Two Centuries of Productivity Growth in Computing*. *The Journal of Economic History*, Vol. 67, No. 1. Publicado em março de 2007.

seguem regras bem descritas e, portanto, são razoavelmente simples de programar. No local de trabalho, os computadores realizam inúmeras atividades de processamento de dados, como classificação, arquivamento, cálculo, armazenamento, recuperação e manipulação de informações. Da mesma forma, os computadores agora lidam com muitas tarefas repetitivas de montagem e monitoramento no chão da fábrica, sendo assim classificadas como tarefas de rotina. Como as principais tarefas de trabalho dessas ocupações seguem procedimentos precisos e bem compreendidos, elas têm se tornado cada vez mais codificadas em softwares e executados por máquinas.

Assim, as quedas substanciais nas ocupações de média habilidade são quase certamente uma consequência direta da queda do preço dos computadores que substituem estas tarefas. As tarefas centrais desempenhadas por essas profissões - organização, arquivamento, recuperação e manipulação de informações - são de fato mais prevalentes nos anos 2000 do que em 1970. Mas essas tarefas agora são em grande parte tratadas por máquinas. Esse processo de automação aumenta a demanda relativa de tarefas não-rotineiras em que os trabalhadores detêm uma vantagem comparativa³⁶⁸.

A crescente demanda por trabalhadores altamente qualificados, está contribuindo para maiores níveis de desigualdade de ganhos. A demanda por empregos de habilidades médias está em declínio e, conseqüentemente, os trabalhadores que não obtêm o acesso ao ensino superior, possuem dificuldades em se manterem em seus postos de trabalho, pois os salários estagnaram ou caíram ao longo de três décadas, fazendo que muitos trabalhadores se movam para baixo na distribuição de habilidades e ganhos ocupacionais, saindo de um emprego que exige habilidades médias para os que exigem baixas habilidades³⁶⁹.

Todavia, a informatização recente substituiu os trabalhadores de baixa habilidade na realização de tarefas rotineiras, ao mesmo tempo em que complementa as tarefas abstratas, criativas, de resolução de problemas e de coordenação desempenhadas por trabalhadores altamente qualificados. Como a diminuição do preço da tecnologia informática reduziu o salário pago às tarefas rotineiras, os trabalhadores de baixa qualificação reatribuíram a oferta de mão-de-obra às ocupações de serviços, que são difíceis de automatizar porque dependem fortemente de destreza, comunicação interpessoal flexível e proximidade física direta. Se a demanda por esses produtos não admitir substitutos próximos, a substituição da tecnologia da informação por

³⁶⁸ AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

³⁶⁹ Idem.

tarefas rotineiras usadas na produção de bens pode induzir o aumento dos salários e do emprego em ocupações de serviços de baixa habilidade³⁷⁰.

Nas economias em desenvolvimento, a integração global permitiu o acesso expandido ao capital e à tecnologia e, ao aumentar a produtividade e o crescimento, levou a um aumento do nível de vida. Em princípio, o declínio da parcela trabalhista da renda não pode, por si só, exigir uma intervenção política, mas, como nas economias avançadas, as políticas devem funcionar para possibilitar o acesso às oportunidades, bem como aos ganhos do crescimento amplamente compartilhados. Além disso, os desafios semelhantes aos das economias avançadas podem surgir à medida que a automação progride. As políticas para promover o aprofundamento de habilidades podem desempenhar um papel importante na preparação de trabalhadores em países em desenvolvimento para uma maior transformação estrutural além de facilitar o processo de convergência de renda³⁷¹.

David Autor, faz algumas recomendações para que os efeitos da polarização sejam menos devastadores nos Estados Unidos, e conseqüentemente, nos países desenvolvidos. Em primeiro lugar, encorajar mais jovens a obter educação superior traria múltiplos benefícios. Muitos empregos estão sendo criados, exigindo trabalhadores com diplomas de ensino superior, o que deverá aumentar os rendimentos. Além disso, um aumento na oferta de graduados da faculdade deve, eventualmente, ajudar a diminuir os custos dos cursos superiores, limitando o aumento da desigualdade³⁷².

Em segundo lugar, os Estados Unidos devem promover melhorias na educação para que mais pessoas estejam preparadas para prosseguirem com o ensino superior. De fato, uma explicação potencial para o atraso na obtenção de um diploma é que a educação não está preparando adequadamente os estudantes para que isso seja uma opção realista³⁷³.

Em terceiro lugar, os educadores e os formuladores de políticas públicas devem considerar programas de treinamento para aumentar os níveis de habilidades e as oportunidades de lucro em empregos de serviços historicamente pouco qualificados e, de forma mais ampla, oferecer programas para apoiar a aprendizagem contínua, a reciclagem e a mobilidade para todos os trabalhadores. Finalmente, outra resposta política potencial é considerar investimentos em infraestrutura, que terão benefícios amplamente distribuídos em toda a economia. Exemplos

³⁷⁰AUTOR, David H.; DORN, David. *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. American Economic Review. Vol.103.nº 5.American Economic Association. Publicado em Agosto de 2013.

³⁷¹ Idem.

³⁷²AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

³⁷³ Idem.

podem incluir a expansão das oportunidades de emprego em energia, meio ambiente e cuidados de saúde³⁷⁴.

A maior parte da pesquisa sobre as implicações econômicas da transformação digital até agora se concentrou nas economias industrializadas avançadas, onde o custo da mão de obra é alto e a manufatura mostra um alto grau de mecanização e produtividade. No entanto, o mundo em desenvolvimento é afetado pelas tendências de automação em países de alta renda e está se recuperando em termos de automação. Indicativo disso, a Federação Internacional de Robótica relata que a Ásia é atualmente o “mercado de maior crescimento” em um “aumento significativo na demanda por robôs industriais em todo o mundo”³⁷⁵. Uma tendência de crescimento de dois dígitos inclui não apenas China, Coreia e Japão, mas também economias emergentes no Sudeste Asiático.

A digitalização e automação das economias levanta a questão de quais lições o mundo em desenvolvimento pode tirar das evidências existentes. Há, portanto, uma preocupação crescente de que "o aumento da automação em países de baixos salários, que tradicionalmente atraem empresas manufatureiras, possa fazer com que elas percam sua vantagem de custo e potencialmente percam sua capacidade de alcançar um rápido crescimento econômico transferindo trabalhadores para empregos em fábricas", que hoje é alta países de renda costumavam ter³⁷⁶. Além da ameaça percebida de “desemprego tecnológico”, há questões mais amplas a serem feitas sobre como a automação e a digitalização influenciam o desenvolvimento econômico, o crescimento do emprego e a transformação estrutural nos países em desenvolvimento. Pode ser que o deslocamento da mão de obra seja menos problemático do que o crescimento dos salários reais como resultado do potencial de automação, por exemplo.

Os países em desenvolvimento têm características especiais, já que tendem a ser abundantes em mão de obra e têm taxas de crescimento populacional mais altas do que os países da OCDE. Grandes proporções da população são frequentemente relativamente não qualificadas e a educação superior ainda é comparativamente limitada, mesmo em países em desenvolvimento de renda média alta. Em comparação com os países avançados de alta renda, eles têm um setor agrícola maior e menor emprego e menor participação de valor agregado na indústria e manufatura, bem como um grande setor de serviços informais novamente, não

³⁷⁴ AUTOR, DAVID H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. Washington. Publicado em Abril de 2010.

³⁷⁵ *Asian industry's uptake of industrial robots is accelerating: in just five years its operational stock rose 70 percent to 887,400 units, (2010-2015)*. International Federation of Robotics. <https://ifr.org/news/asien-installiert-70-prozent-mehr-industrie-roboter/> (acesso em 20/10/2021)

³⁷⁶ FREY, Carl, OSBOURNE, Michael. *Technology at work v2.0: the future is not what it used to be*, Oxford Martin School and Citi GPS, Oxford.

apenas nos países mais pobres do mundo, mas até mesmo na renda média alta países. A produção nessas economias é menos intensiva em capital e os níveis de produtividade são, portanto, mais baixos do que em países de alta renda³⁷⁷.

Vários países em desenvolvimento mudaram substancialmente a atividade econômica de valor agregado da agricultura e recursos para os setores de manufatura e serviços. Para os países em desenvolvimento com tais características, surge um conjunto de questões no contexto da automação (que são diferentes dos países mais pobres do mundo): e se a produção industrial pudesse ser cada vez mais realizada com o mínimo de trabalho humano? E se robôs em países de alta renda começarem a competir com mão de obra barata? É plausível que possa haver uma desintegração das cadeias de valor globais por meio de “reshoring”, ou seja, o repatriamento da produção anteriormente terceirizada para países de alta renda? E se o setor de serviços - onde atualmente a maior parte da mão de obra é absorvida em muitos países em desenvolvimento de renda média - passar por mudanças dramáticas na produtividade da mão de obra, graças a inovações em software e IA? A automação exacerba a já discutida “armadilha da renda média” e assim impede o desenvolvimento de catch-up? Existem novos setores de atividade econômica emergindo que prometem oportunidades de emprego decente para grandes populações, em vez de crescimento econômico acompanhado por fraco crescimento do emprego? Essas questões apontam para a importância de situar o papel da tecnologia em teorias mais amplas de desenvolvimento econômico.

3.4. A polarização do mercado com características chinesas

A China está prestes a se tornar uma economia desenvolvida, e esse estágio pode refletir a maior desigualdade de renda e acessibilidade de recursos³⁷⁸. Os impactos no mercado de trabalho certamente agravariam a desigualdade, e a desestabilização resultante seria um problema significativo não apenas para a China, mas também para o mundo. Os impactos esperados no mercado de trabalho da China são significativamente maiores do que nos países da OCDE³⁷⁹. Esse resultado pode ser decorrente de diferenças nas estruturas econômicas. A China se tornou a fábrica mundial, recebendo pedidos de fabricação de todo o mundo; ao mesmo tempo, o aumento da demanda interna elevou sua capacidade de manufatura. No

³⁷⁷ FREY, Carl, OSBOURNE, Michael. *Technology at work v2.0: the future is not what it used to be*, Oxford Martin School and Citi GPS, Oxford.

³⁷⁸ CHEN, HAOHUI. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

³⁷⁹ Idem

entanto, os empregos no setor de manufatura estão entre os mais suscetíveis à automação. Além disso, para garantir a segurança alimentar de quase 1,4 bilhão de pessoas, uma significativa força de trabalho está nos setores agrícolas, cujas ocupações também são suscetíveis à automação. Ambos agravam o impacto geral no mercado de trabalho da China³⁸⁰.

À medida que o PIB da China cresceu e sua economia se tornou mais rica, a demanda por empregos em subindústrias com uso intensivo de habilidades, como alta tecnologia, finanças, educação e saúde, aumentou. Particularmente representativo desse crescimento é a indústria de alta tecnologia, que, no início de 2010 (entre 2011 e 2017), teve um grande crescimento no número de empresas, adicionando quase 8% ao ano ao ranking de empresas nacionais³⁸¹. Ainda mais evidente foi o surgimento de empresas grandes, de alto perfil e alta tecnologia, com a Alibaba e a Tencent entre as 50 maiores empresas do mundo³⁸². Com o crescimento de pequenas empresas (em número) e grandes empresas (para tamanhos muito grandes), a China agora abriga uma das indústrias de alta tecnologia mais vibrantes do mundo.

Outras indústrias altamente qualificadas tiveram trajetórias de crescimento semelhantes. O sistema bancário da China mais que dobrou de tamanho entre 2010 e 2017³⁸³. O mercado de ações da China, avaliado em menos de 10% do PIB em 1997, cresceu para mais de 60% do PIB em 2016³⁸⁴. A despesa pública com a educação, especialmente com o ensino superior, também mais do que duplicou de 2011 a 2019³⁸⁵.

Da mesma forma, tanto o setor de saúde quanto o setor de seguros tiveram um crescimento composto de dois dígitos entre 2015 e 2020³⁸⁶. A expansão dessas subindústrias (entre outras) é uma faceta importante do crescimento da demanda por trabalhadores intensivos em qualificação. Em certo sentido, a China está simplesmente seguindo o caminho de outras nações de renda média que viram a demanda por empregos em indústrias intensivas em qualificação aumentar.

A história das estruturas econômicas em outros países de renda média inclui aumentos acentuados em subindústrias semelhantes durante os períodos de expansão econômica. Por

³⁸⁰ CHEN, HAOHUI. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

³⁸¹ *China: Number of High-Tech Companies 2017*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/234116/number-of-high-tech-companies-in-china/> (acesso em 20/10/2021)

³⁸² *Forbes' top Chinese CEOs list includes names from Alibaba, Tencent and Meituan among the top five*. South China Morning Post. Disponível em: <https://www.scmp.com/abacus/tech/article/3097033/forbes-top-chinese-ceos-list-includes-names-alibaba-tencent-and-meituan> (acesso em 20/10/2021)

³⁸³ *Chinese banks are big. Too big?* The Week. Disponível em: <https://theweek.com/articles/771201/chinese-banks-are-big-big> (acesso em 20/10/2021)

³⁸⁴ Naughton, Barry J. 2018. *The Chinese Economy: Adaptation and Growth*, 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press

³⁸⁵ *Number of college and university students from China in the United States from academic year 2009/10 to 2019/20*. Statista. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/372900/number-of-chinese-students-that-study-in-the-us/> (acesso em 20/10/2021)

³⁸⁶ Zeng, Liyu, Priscilla Luk, and Sun Yan. *China's New Economy Sectors: How Are They Doing?* S&P Global. 2021.

exemplo, o setor de tecnologia argentino teve um crescimento excepcional durante o boom econômico entre 2003 e 2013, com os gastos do governo em P&D que quase dobraram entre 2008 e 2013³⁸⁷.

Além de acompanhar os aumentos impulsionados pela renda na demanda por bens e serviços nas indústrias altamente qualificadas da China, um conjunto de programas governamentais impulsionou o crescimento das indústrias altamente qualificadas na economia chinesa. O crescimento no setor de alta tecnologia, por exemplo, embora em certa medida vinculado à demanda do consumidor, também foi facilitado pelo investimento governamental em P&D. A porcentagem do PIB que o governo da China tem dedicado a P&D subiu de 1,7% em 2010 para 2,2% em 2017, que é quase tão alta quanto a dos EUA (2,8% em 2017) e supera em muito a de outros países de renda média. como Brasil (1,3% em 2017), África do Sul (0,8% em 2017) e México (0,3% em 2017)³⁸⁸. Os gastos com P&D quase certamente tiveram impactos no aumento de muitos dos setores industriais altamente qualificados, e o financiamento especificamente para a subindústria de alta tecnologia foi priorizado pelo governo da China³⁸⁹.

Outros esforços liderados pelo governo visam apoiar outros setores que demandam um grande número de trabalhadores altamente qualificados. O 13º Plano Quinquenal, o principal instrumento de política de planejamento da China apresentado em 2016, teve como objetivo o investimento do governo em tecnologia e outras indústrias domésticas, como finanças, educação e saúde. Em alta tecnologia, o plano descreveu o objetivo do governo de fazer avanços na aplicação industrial de tecnologias-chave³⁹⁰ entre outras aplicações de alta tecnologia. Em finanças, o plano aloca centenas de bilhões de RMB de bancos da China para serem abertos como linhas de crédito para empresas buscarem planos de modernização e desenvolvimento³⁹¹. Outras iniciativas de política incentivaram empresas estrangeiras a investirem em certas subindústrias, muitas delas com demanda de mão de obra intensiva e altamente qualificada, e isso trouxe para a China entradas crescentes de investimentos estrangeiros. As iniciativas do governo também desempenharam papéis importantes no crescimento recente e na expansão contínua dos setores altamente qualificados da economia chinesa. Os fatores acima contribuíram para o aumento da demanda por trabalhadores altamente qualificados, e de especial destaque é a busca da automação por parte do governo da China, que poderia ter um

³⁸⁷ UNESCO Science Report: Towards 2030. 20. UNESCO. Publicado em 10/08/2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406> (acesso em 20/10/2021)

³⁸⁸ CHEN, Haohui. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

³⁸⁹ Idem.

³⁹⁰ Tecnologias chave são as consideradas as que possuem a capacidade de atuar estruturalmente sobre a competitividade e a atratividade. Por exemplo: tecnologias da informação, tecnologias da vida, novos processos de produção, materiais e química, construção, energia, transportes e meio ambiente

³⁹¹ ZENG, Liyu. China's New Economy Sectors: How Are They Doing? S&P Global. 2020.

grande efeito no aumento da demanda por trabalhadores altamente qualificados, bem como diminuir a demanda por trabalhadores de manufatura pouco qualificados. Na verdade, nenhum país viu o ritmo da automação aumentar mais rapidamente do que a China³⁹².

Conforme já debatido, a automação aumenta drasticamente o capital humano necessário para empregos na indústria, o que, por sua vez, aumenta o emprego para trabalhadores intensivos em qualificação. O progresso da China como um país de renda média desencadeou uma demanda crescente de qualificação profissional. De fato, o alto crescimento na última década nos subsetores de alta tecnologia, finanças, educação e saúde são indicativos da tendência geral na China em direção à demanda por mão de obra intensiva em qualificação à medida que a renda aumenta. Embora, em certa medida, esse crescimento espelhe o precedente internacional de crescimento de renda média, programas e incentivos exclusivos, como o plano *Made in China 2025*, impulsionaram o crescimento da demanda por trabalhadores altamente qualificados na China³⁹³.

Por outro lado, a queda dos salários é um sintoma de uma situação em que a oferta de mão-de-obra para a indústria de serviços está aumentando mais rapidamente do que a demanda por mão-de-obra. A agricultura, que, na década de 1980 e no início da década de 1990, era uma importante fonte de saída de empregos intensivos em mão-de-obra para as indústrias de manufatura e construção, mas desde então diminuiu. No final dos anos 1990 e no início dos anos 2000, os salários intensivos em mão de obra começaram a aumentar à medida que a China ultrapassava o ponto de inflexão de Lewis³⁹⁴, o que significa que as fontes de mão-de-obra excedente da indústria agrícola haviam se esgotado em grande parte³⁹⁵. Na verdade, à medida que as pressões na força de trabalho intensiva em mão de obra aumentaram ao longo dos anos 2000, essas forças levaram ao aumento dos salários dos trabalhadores intensivos em mão de obra nas indústrias de manufatura e construção, uma vez que as altas taxas salariais não foram

³⁹² ZENG, Liyu. China's New Economy Sectors: How Are They Doing? S&P Global. 2020.

³⁹³ Idem.

³⁹⁴ O ponto de inflexão de Lewis é uma situação de desenvolvimento econômico em que o excedente de trabalho rural é totalmente absorvido pelo setor manufatureiro. Isso normalmente faz com que os salários reais agrícolas e industriais não qualificados aumentem. O termo deve o seu nome ao economista W. Arthur Lewis. Logo após o ponto de Lewis, uma economia requer políticas de crescimento equilibradas. Normalmente, chegar ao ponto de inflexão de Lewis causa um aumento na massa salarial e na distribuição funcional que favorece o trabalho. No entanto, em alguns casos, como no Japão de 1870 a 1920, a produtividade do trabalho agrícola aumentou significativamente e produziu um excedente de trabalho, amortecendo o aumento dos salários reais. A China atingiu o ponto Lewis em 2010; a mão de obra barata no país diminuiu rapidamente e os salários agrícolas reais aumentaram substancialmente. Apesar de sua grande população, no início de 2010, a China enfrentou escassez de mão-de-obra e os salários reais quase dobraram desde 2003. Esse rápido aumento nos salários para trabalho não qualificado é um indicador chave para se chegar ao ponto Lewis. A teoria foi fundada em 1954 por William Arthur. Lewis, que ganhou o Prêmio Nobel de Economia em 1979

³⁹⁵ CHEN, Haohui. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

capazes de atrair um número significativamente grande de trabalhadores adicionais fora da agricultura³⁹⁶.

Além do fluxo decrescente de mão-de-obra da agricultura, há uma série de razões pelas quais a agricultura não atrai mão-de-obra de outras indústrias. Em primeiro lugar, embora quase todas as famílias rurais na China tenham acesso a terras agrícolas, o tamanho médio dos lotes em 2000 era extremamente pequeno, em torno de 0,5 hectare / habitante³⁹⁷. Devido a esses pequenos tamanhos de fazendas, uma pessoa que trabalha na fazenda com os salários atuais por um mês pode ganhar mais do que o agricultor médio ganha nas terras de sua família em um ano³⁹⁸. Além disso, mesmo se esse trabalhador quisesse entrar na agricultura, a experiência da força de trabalho nos últimos 30 anos indica que a grande maioria dos trabalhadores rurais não possui as habilidades agrícolas necessárias³⁹⁹. Finalmente, há poucos incentivos para retornar dos centros urbanos para as áreas rurais agrícolas, uma vez que os mercados de trabalho nessas áreas são limitados⁴⁰⁰.

Olhando para o futuro, o setor agrícola, por falta de capacidade de atrair novos trabalhadores, não parece ser um destino viável para os trabalhadores. Dado que o estoque de mão-de-obra excedente da agricultura se esgotou há muitos anos, o grande fluxo de mão-de-obra que vemos entrando no setor de serviços precisa vir de outras fontes, a saber, da manufatura⁴⁰¹.

À medida que os salários com mão-de-obra intensiva aumentaram após 2000, os custos trabalhistas enfrentados pelas empresas de manufatura com mão-de-obra intensiva na China levaram muitas empresas a buscar oportunidades de manufatura no exterior. Por exemplo, em 2013, a Samsung começou a planejar uma mudança parcial de suas fábricas para fora da China, com a esperança de realocar quase completamente sua base de manufatura. Em 2015, a Samsung transferiu 40% de sua fabricação para o Vietnã e, em 2018, apenas 30% de sua fabricação permaneceu na China. Movimentos semelhantes ocorreram na indústria de calçados. Em 2012, mais de um terço dos calçados da Nike foram produzidos na China, enquanto, em 2017, essa parte foi reduzida para menos de 20%. A Adidas, que em 2007 produzia mais de

³⁹⁶ ZHANG, Xiaobo. China Has Reached the Lewis Turning Point. *China Economic Review* 22(4): 542–554. 2021

³⁹⁷ Ji, Xianqing. Are China's Farms Growing? *China & World Economy* 24(1): 41–62. 2016

³⁹⁸ Cheng, Hong, Hu Dezhuan, and Hongbin Li. 2020. Wage Differential between Rural Migrant and Urban Workers in the People's Republic of China. *Asian Development Review* 37(1): 43–60.

³⁹⁹ Chan, Kam Wing. 2010. The Global Financial Crisis and Migrant Workers in China: 'There Is No Future as a Labourer; Returning to the Village Has No Meaning'. *International Journal of Urban and Regional Research* 34(3): 659–677.

⁴⁰⁰ Gao, Hong, Lu Ming, and Hiroshi Sato. 2015. Inclusive Urban Employment: How Does City Scale Affect Job Opportunities for Different People? *Asian Economic Papers* 14(2): 98–128.

⁴⁰¹ Chan, Kam Wing. 2010. The Global Financial Crisis and Migrant Workers in China: 'There Is No Future as a Labourer; Returning to the Village Has No Meaning'. *International Journal of Urban and Regional Research* 34(3): 659–677.

50% de seus calçados na China, agora produz menos de 20% na China. Muitos fabricantes de têxteis mudaram suas operações para Bangladesh e outras nações com salários comparativamente baixos⁴⁰².

Nos últimos anos, a China foi responsável por 30% da produção de muitas empresas têxteis internacionais, enquanto, no passado, muitas empresas produziam 50% de sua manufatura têxtil na China. O ambiente em rápida mudança da manufatura intensiva em mão de obra, em particular, é provavelmente o principal fator para a expansão do fluxo de mão de obra para o setor de serviços. Eventos internacionais recentes e forças políticas sugerem que a globalização e a queda da demanda por trabalhadores intensivos em mão-de-obra devem continuar ou mesmo se acelerar⁴⁰³.

A partir de 2019, a guerra comercial EUA-China incentivou as empresas de manufatura a começarem a fazer o reshoring⁴⁰⁴, já que a incerteza da cadeia de suprimentos e a pressão política dos políticos dos EUA levaram as empresas a considerar a mudança de suas operações para fora da China⁴⁰⁵. No primeiro semestre de 2019, as exportações da China caíram 25 bilhões de dólares, o que teria beneficiado principalmente fornecedores mais baratos na Ásia⁴⁰⁶. A guerra comercial também está acelerando a mudança de muitas fábricas de roupas para fora da China. Por exemplo, Uniqlo, Levi's, Crocs, Tommy Hilfger e Calvin Klein diminuíram significativamente a quantidade de manufatura na China depois que sanções foram impostas pelo governo Trump⁴⁰⁷.

Quando as empresas se comprometem com programas de automação em grande escala, há ondulações em toda a indústria de manufatura, pois um grande número de trabalhadores intensivos em mão de obra dentro da indústria ficam sem empregos⁴⁰⁸. As iniciativas do governo oferecem mais incentivos para que as empresas automatizem, como no plano estratégico *Made in China 2025*. Paradoxalmente, embora os aumentos na automação se

⁴⁰² CHEN, Haohui. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

⁴⁰³ Liu, Yali, Lu Ming, and Kuanhu Xiang. 2018. Balance through Agglomeration: A Race between Geography and Policy in China's Regional Development. *China & World Economy* 26(6): 72–96.

⁴⁰⁴ O reshoring consiste na retomada dos processos industriais em caráter nacional. Segue a linha contrária do offshoring, onde a supply chain, ou cadeia de suprimentos, é movida para outro país, em que são oferecidas condições mais favoráveis, sobretudo no âmbito financeiro. O reshoring manufacturing, como também é conhecido, começou a tomar força a partir da virada do século, no ano 2000, com uma crise econômica de nível global, que introduziu um controle de custos extremamente rígido às organizações.

⁴⁰⁵ *More than 50 companies reportedly pull production out of China due to trade war*. Consumer News and Business Channel. Disponível em: <https://www.cnb.com/2019/07/18/more-than-50-companies-reportedly-pull-production-out-of-china-due-to-trade-war.html> (acesso em 20/10/2021)

⁴⁰⁶ *How to navigate the US-China trade war*. Financial Times, Disponível em: <https://www.ft.com/content/6124beb8-5724-11ea-abe5-8e03987b7b20> (acesso em 20/10/2021)

⁴⁰⁷ *US-China trade war accelerates apparel factories' shift from China to Southeast Asia and Bangladesh*. *South China Morning Post*. Disponível em: <https://www.scmp.com/lifestyle/fashion-beauty/article/3035927/us-china-trade-war-accelerates-apparel-factories-shift> (acesso em 20/10/2021)

⁴⁰⁸ PAUS, Eva. *Confronting Dystopia: The New Technological Revolution and the Future of Work*. Cornell: Cornell University Press. 2018.

correlacionem com a queda da demanda por trabalhadores intensivos em mão de obra e subsequentes reduções de crescimento salarial, parece não haver redução no governo com o compromisso de apoiar a automação industrial em larga escala⁴⁰⁹.

Assim, o próprio investimento do governo e sua estratégia de desenvolvimento estão desempenhando um papel significativo no incentivo às empresas para automatizar, acelerando o fluxo de mão-de-obra intensiva de trabalhadores da indústria de manufatura. Além da manufatura, o grande fluxo de mão-de-obra que está entrando no setor de serviços também pode estar saindo do setor de construção. O Estado chinês e o setor privado têm investido pesadamente na construção durante décadas e, dos anos 1990 aos anos 2000, a demanda por mão de obra na construção aumentou⁴¹⁰. Grandes quantidades de trabalhadores intensivos em mão de obra foram usados para construir projetos que variam de redes ferroviárias de alta velocidade a sistemas de vias expressas e projetos habitacionais em todo o país. Por exemplo, em 2008, a China começou a desenvolver sua primeira rede de trens de alta velocidade, lançando a construção de um sistema que foi projetado para conectar mais de 100 cidades e transportar mais de dois milhões de passageiros por dia. O projeto foi concluído em 2015, com apenas projetos de extensão de menor escala ocupando atualmente a indústria da construção⁴¹¹.

O extenso sistema de rodovias chinesas representa uma situação semelhante. Se recuperando de um sistema de transporte gravemente subdesenvolvido na década de 1990, a China lançou a construção do maior sistema de vias expressas do mundo. Inicialmente, o sistema deveria ser concluído em 2020, mas já havia sido concluído em meados dos anos 2000. Hoje, quase todas as grandes cidades da China estão conectadas à rede de vias expressas. Esta rede amplamente completa significa que o investimento contínuo em infraestrutura está diminuindo. Finalmente, o mercado imobiliário está passando por um problema semelhante, com dezenas de milhões de apartamentos construídos na última década, apenas para ficarem vazios devido aos altos custos e localizações indesejáveis. Nos últimos anos, a construção de novas moradias caiu. Essas tendências de construção se combinam para criar um setor de construção com baixa demanda por trabalhadores intensivos em mão de obra. Devido a essa falta de demanda, os trabalhadores da construção são deslocados para a única indústria viável atualmente para empregos intensivos em mão de obra na China, que é a indústria de serviços informais⁴¹².

⁴⁰⁹ ZHOU, Yixiao, and Rod Tyers. Automation and Inequality in China. *China Economic Review* 58: 101202. 2019.

⁴¹⁰ Idem.

⁴¹¹ CHEN, HAOHUI. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

⁴¹² ZHOU, Yixiao, and Rod Tyers. Automation and Inequality in China. *China Economic Review* 58: 101202. 2019.

Existem muitas pressões que se combinam para criar as tendências observadas nas indústrias de baixos salários e trabalho intensivo. Embora haja pouca pressão vinda da agricultura, ela não pode absorver muita mão de obra nos próximos anos. Em vez disso, à medida que a globalização e a automação emergem como forças constantes na China, as questões econômicas e políticas levam a um fluxo crescente de trabalhadores intensivos em mão de obra da manufatura para a indústria de serviços. Da mesma forma, a queda na demanda por construção abre a indústria como mais um alimentador para trabalhadores intensivos em mão de obra que estão ingressando na indústria de serviços, em conjunto com uma variedade de fatores contextuais e econômicos que resultam no êxodo de trabalhadores intensivos em mão de obra de outras indústrias para a indústria de serviços. Esses grandes fluxos também levam a aumentos na oferta de mão-de-obra para as indústrias de mão-de-obra intensiva, o que impede o crescimento das taxas salariais, mesmo enquanto a demanda aumenta⁴¹³.

Para a China arcar com os gastos necessários para melhorar a educação e expandir os serviços sociais, o país pode precisar tomar algumas decisões fundamentais com relação aonde realocar o dinheiro. Uma possível fonte pode ser o investimento em infraestrutura. Nos últimos anos, a China gastou quase US \$ 150 bilhões em infraestrutura. Para financiar escolas rurais e melhorar os serviços sociais, embora caros, a China precisa transferir uma parcela significativa do orçamento de infraestrutura para essas áreas. Remover a restrição de Hukou⁴¹⁴ e permitir que crianças deixadas para trás e crianças rurais sejam educadas nas cidades também pode contribuir significativamente para resolver o problema da escolaridade rural. Esses investimentos levam muitos anos para serem realizados e as escolhas são difíceis e apresentam um certo grau de incerteza. No entanto, os benefícios dessas decisões e reformas ajudarão a trazer a escolaridade rural para a vanguarda da formulação de políticas na China⁴¹⁵.

⁴¹³ ZHOU, Yixiao, and Rod Tyers. Automation and Inequality in China. *China Economic Review* 58: 101202. 2019.

⁴¹⁴ O sistema hukou da China foi introduzido em 1958 como um meio moderno de registro populacional. Foi estabelecido como parte das reformas econômicas e sociais dos primeiros anos do regime comunista. Em 1985, o sistema hukou deu um grande passo para se manifestar na sociedade cotidiana por meio do fornecimento de carteiras de identidade pessoais. Em sua versão atual, o Hukou cumpre três funções principais: o controle da migração interna, a gestão da proteção social e a preservação da estabilidade social.

O controle da migração interna é o primeiro objetivo do sistema hukou. Cada cidadão deve ser registrado ao nascer, semelhante ao funcionamento de um censo. O registro, que é o próprio hukou, contém as informações demográficas básicas de cada indivíduo, que incluem o seguinte: Status, isto é, urbano ou rural;

Endereço.setor de atividade; religião; e, descrição física. No início da década de 1990, o país lançou outra licença hukou chamada de "selo azul". Este hukou estava disponível para uma população mais ampla e permitia que os residentes migrassem legalmente para cidades maiores. Essas cidades incluem as Zonas Econômicas Especiais. A elegibilidade para este hukou é principalmente limitada a residentes com relações diretas com investidores locais e estrangeiros. Embora tenha havido vozes influentes pedindo o fim do sistema Hukou, sua remoção poderia danificar as infraestruturas urbanas devido à imigração de um grande volume de pessoas das partes rurais do país para as cidades.

⁴¹⁵ CHEN, HAOHUI. Automation impacts on China's polarized job market. *Journal of Computational Social Science*. 2021.

4. SINCRONIZANDO A ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA E SOCIAL: CONSTRUINDO AS BASES DO FUTURO DOS TRABALHADORES.

O recente progresso tecnológico foi saudado por algumas pessoas como uma nova revolução industrial, a quarta desde o século XVIII. A implantação de novas tecnologias acarreta implicações sociais abrangentes. Em particular, a transformação tecnológica, junto com outros grandes processos como a transição demográfica, as mudanças climáticas e a globalização, está remodelando o futuro do trabalho. Em um mundo globalizado onde a produção é organizada em commodities globais ou cadeias de valor ou redes de produção globais que abrangem vários países, a inovação é um processo global e local: requer estratégias globais para garantir matérias-primas e mão de obra, para conquistar mercados para exportação e para suprimir a competição de outras economias. As implicações sociais da inovação são globalmente distribuídas, no sentido de que essas implicações variam de acordo com a posição dos capitais e territórios individuais nas relações assimétricas dentro da divisão internacional do trabalho⁴¹⁶. Diante disso, faz sentido examinar as implicações sociais do desenvolvimento tecnológico em uma área geograficamente delimitada e, ao mesmo tempo, compreender o desenvolvimento tecnológico em nível de área em um cenário global.

Os avanços tecnológicos, como a automação, têm o potencial de aumentar significativamente a produtividade, o crescimento econômico e os padrões gerais de vida. No entanto, há uma preocupação crescente com os impactos da automação no mercado de trabalho, os efeitos desiguais que ela pode ter entre diferentes grupos de trabalhadores e a ameaça que pode, em última instância, representar para o emprego.

Do ponto de vista da história, as três revoluções tecnológicas anteriores viram o fenômeno da máquina substituindo a força de trabalho em um curto período de tempo. Mas, a longo prazo, a mudança tecnológica criará novos empregos. Os estudos existentes mostram que o impacto da inteligência artificial no emprego herda as leis das revoluções tecnológicas anteriores, com substituição e criação de empregos. O núcleo da escala e da velocidade de aumento ou diminuição do emprego depende do custo do emprego da empresa. A chave para evitar o impacto negativo da tecnologia de inteligência artificial sobre o emprego é analisar a legislação trabalhista existente e o sistema de políticas da perspectiva do custo da mão de obra. Ao mesmo tempo, a legislação laboral orientada para o futuro deve ter mais resultados no

⁴¹⁶ SELWYN, Benjamin. 2014. "Commodity Chains, Creative Destruction and Global Inequality: A Class Analysis." *Journal of Economic Geography* 15(2): 253–274.

sistema de formação profissional, proteção laboral atípica e socialização dos custos de segurança social.

A pesquisa sobre as implicações trabalhistas da atualização tecnológica na China é um campo em expansão. Duas vertentes da literatura se destacam a esse respeito. O primeiro examina como a atualização tecnológica nas economias avançadas afeta o emprego na China, remodelando as cadeias de valor globais. A narrativa do reshoring argumenta que a atualização massiva do processo nas economias avançadas tornará a manufatura doméstica mais atraente; à medida que as empresas que buscam custos desinvestirem na China e efetuarem o reshoring, a China perderá muitos empregos. A segunda vertente da literatura examina como a atualização tecnológica na China afeta as condições de trabalho naquele país⁴¹⁷.

Com relação à atualização de processos, usando a metodologia desenvolvida por Frey e Osborne, um relatório do Banco Mundial estima que 77% dos empregos na China estão em alto risco de automação⁴¹⁸. Há também uma infinidade de estudos de caso e pesquisas que examinam a maldição e a bênção da automação para os trabalhadores locais. Com relação à atualização do produto, com base na pesquisa de campo em Dongguan em 2011, descobriu-se que a atualização do produto na China estava frequentemente interligada com a atualização funcional: por um lado, para aprimorar as capacidades de design e agilizar as operações de marketing, essas empresas aumentaram significativamente a proporção de pessoal tecnicamente treinado na força de trabalho; por outro lado, no chão de fábrica, particularmente onde o sistema de produção enxuta e as máquinas de automação foram implantados, o aumento da complexidade dos produtos não exigiu necessariamente maiores habilidades dos trabalhadores de linha e, portanto, não conseguiu melhorar as condições de trabalho⁴¹⁹.

No que diz respeito às medidas para amortecer o choque tecnológico e promover a atualização social, a formação fornecida por empregadores, escolas profissionais ou agências de formação comercial para requalificar trabalhadores tem sido repetidamente enfatizada. A situação peculiar dos trabalhadores na China atual em face do deslocamento tecnológico é que em contraste com os trabalhadores do Norte global nas décadas de 1960 e 1970 que garantiram aumentos salariais em meio à automação em um contexto de sindicato forte ativismo e

⁴¹⁷ ZHANG, Yunan. *Is Automation Destroying the Labor Market in Developing Countries?: Evidence from China*. 2021. Tese de Doutorado. Georgetown University.

⁴¹⁸ *Impact of automation on developing countries puts up to 85% of jobs at risk*. Oxford Martin School. Disponível em: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/news/201601-technology-at-work-2/> (acesso em 20/10/2021)

⁴¹⁹ BUTUOLLO, Florian. *Moving beyond Cheap Labour? Industrial and Social Upgrading in the Garment and LED Industries of the Pearl River Delta*. *Journal of Current Chinese Affairs* 42(4): 139–170. 2013.

protecionismo trabalhista do estado de bem-estar, os trabalhadores na China de hoje dificilmente estão em posição de capturar o “dividendo do robô”⁴²⁰.

4.1. Robôs: roubando os empregos ou resolvendo a escassez de mão de obra?

A ficção científica há muito imaginou um futuro no qual os humanos interagem constantemente com robôs e máquinas inteligentes. Esse futuro já está acontecendo em armazéns e empresas de manufatura. Outros trabalhadores usam a realidade virtual ou aumentada como parte de seu treinamento profissional, para auxiliá-los no desempenho de seu trabalho ou para interagir com clientes. E muitos trabalhadores estão sob vigilância automatizada de seus empregadores.

Frases como ‘Indústria 4.0’, ‘Internet das Coisas’ (IoT) e ‘Internet Industrial’ se tornaram palavras-chave para a digitalização da manufatura, que muitas vezes tem sido descrita como a ‘Quarta Revolução Industrial’. As economias emergentes que alimentam os processos de produção em massa globalizados de hoje estão cada vez mais desempenhando um papel na atual reformulação da manufatura, reivindicando sua participação no desenvolvimento da robótica, big data e inteligência artificial no chão de fábrica e ao longo das cadeias de abastecimento.

Por quê e quando as empresas contratam funcionários? Esta questão tornou-se urgente à luz de duas tendências que estão minando a relação de trabalho padrão com a tendência crescente das empresas de garantir insumos de fornecedores externos e a substituição do trabalho humano por máquinas. Este último vem acontecendo há séculos. Mas muitos observadores argumentam que "desta vez é diferente" e que as inovações em robótica, inteligência artificial e aprendizado de máquina provavelmente destruirão mais empregos do que criam em um futuro próximo - e diminuirão os salários de grande parte dos trabalhadores.

O aumento da automação coloca em risco a estabilidade do emprego como uma plataforma para a entrega de uma gama de direitos sociais básicos e aponta para a mudança do *locus* de alguns desses direitos, bem como seus custos, fora do emprego para um mais amplo e mais base de receita redistributiva.

A China, em particular, estabeleceu o plano Made in China 2025, que visa transformar suas vastas indústrias de produção de bens de produção de exportação predominantemente de

⁴²⁰ SHARIF, Naubahar; HUANG, Yu. Industrial automation in China’s “workshop of the world”. The China Journal, v. 81, n. 1, p. 1-22, 2019.

baixo custo para manufatura inteligente. Contudo, um olhar mais atento às condições socioeconômicas subjacentes à modernização da manufatura na China sugere, no entanto, perspectivas mais sóbrias.

Durante os estágios iniciais do desenvolvimento econômico da China, um aspecto importante da estratégia do governo era atrair investimento estrangeiro direto manufatureiro voltado para a exportação. Nesse contexto, seu enorme mercado, a melhoria da infraestrutura e os custos de mão de obra relativamente baixos foram os principais fatores de atração para os investidores estrangeiros. Com o desenvolvimento da economia e o surgimento de uma classe média considerável nos últimos anos, no entanto, o governo da China está estimulando cada vez mais a mudança em direção a uma economia baseada no consumo para garantir um caminho de crescimento econômico mais sustentável e socialmente inclusivo⁴²¹. A meta explícita de aumentar significativamente a porcentagem dos salários na renda familiar nacional fazia parte do 12º Plano Quinquenal do país (2011-2015) e se manteve no 13º Plano Quinquenal (2016 - 2020). O salário médio anual dos trabalhadores do setor não privado urbano em 2020 foi de RMB 97.379 (US \$ 15.188), um aumento de 7,6% em comparação com o ano de 2019. Este foi o terceiro ano consecutivo de desaceleração do crescimento dos salários no setor, à medida que os salários cresceram 9,8% em 2019 e 10,9% em 2018. Os trabalhadores do setor privado urbano tinham um salário médio de RMB 57.727 (US \$ 9.004), representando um aumento semelhante de 7,7%, ano a ano. Em 2019, os salários no setor privado urbano aumentaram 8,1% e, em 2018, aumentaram 8,3%⁴²². Embora outros tipos de custos de investimento também estejam aumentando (por exemplo, resultantes de regulamentações ambientais e aumento dos preços da terra), a mão de obra é o maior fator na maioria dos setores⁴²³.

Essas mudanças nas condições econômicas provavelmente afetarão a atratividade da China para os investidores estrangeiros. Como os salários aumentaram mais rapidamente do que a produtividade por vários anos, os custos unitários do trabalho na China estão aumentando. Isso pode prejudicar a competitividade do país em setores de mão-de-obra intensiva (por exemplo, confecções, sapatos e fabricação de brinquedos), fazendo com que muitos fabricantes de baixo custo mudem sua produção para outros locais na Ásia emergente, como Camboja, Indonésia, Tailândia ou Vietnã⁴²⁴. Em contraste, a estratégia do governo para promover o

⁴²¹ SHARIF, Naubahar; HUANG, Yu. Industrial automation in China's "workshop of the world". *The China Journal*, v. 81, n. 1, p. 1-22, 2019.

⁴²² *Average annual salary of employees working for urban units in China from 2010 to 2020*. Statista. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/278349/average-annual-salary-of-an-employee-in-china/> (acesso em 20/10/2021)

⁴²³ DONAUBAUER, Julian; DREGGER, Christian. The End of Cheap Labor: Are Foreign Investors Leaving China?. *Asian Economic Papers* 17 (2). 2018. p. 94-107.

⁴²⁴ A prática do offshoring, tornou-se um componente adicional à precarização do trabalho, pois se aproveita dos salários baixos e a fraca regulamentação do trabalho. Ainda, desempenha um importante papel na distribuição e desigualdade de renda. A

investimento estrangeiro direto em setores de alta tecnologia é menos afetada pelo aumento dos salários, uma vez que nesses setores a proporção dos custos da mão de obra altamente qualificada nos custos totais geralmente não é muito grande. Conseqüentemente, o aumento dos salários pode mudar o padrão de entrada de investimento estrangeiro direto e também pode afetar a distribuição deste entre regiões ou países⁴²⁵.

Na sociedade real, se as empresas precisam reduzir e aumentar o número de empregos não devem considerar apenas a viabilidade técnica, mas também a viabilidade econômica. A verdadeira questão para a sociedade não é se o emprego vai aumentar ou diminuir, mas quão grande e rápida essa transformação ocorrerá e, se é possível ajudar novos e antigos trabalhadores a dominar as habilidades de trabalho necessárias na era da inteligência artificial, para que a estrutura de emprego possa completar uma transição suave. Em termos de impacto no emprego da inteligência artificial, a velocidade e a escala desse processo também depende de uma série de fatores. Do ponto de vista da microeconomia, o ponto-chave para saber se o progresso tecnológico pode produzir o efeito de substituição da força de trabalho é se as empresas adotarão o progresso tecnológico, se a escala de produção será expandida após a adoção. Isso é principalmente uma questão de custo e benefício.

Dois tipos de custos devem ser levados em consideração: primeiro, o custo inicial de pesquisa e desenvolvimento do fabricante de IA. Quanto maior o custo inicial, maior será o preço do produto. O segundo é o custo inicial e o custo de transformação do fabricante que aplica a tecnologia de inteligência artificial. Se o custo inicial for enorme e o custo de substituição do modo de produção tradicional por inteligência artificial for alto, a aplicação de produtos de inteligência artificial também será atrasada. O custo inicial e o custo de transição incluem um fator de consideração muito importante, isto é, o custo da mão de obra de emprego⁴²⁶.

Se os custos trabalhistas forem altos, o custo de estabelecer relações de trabalho é maior do que o custo de desenvolver e aplicar inteligência artificial. Fabricantes ou empregadores têm um incentivo para acelerar a escala de substituição de inteligência artificial de trabalho, caso contrário, isso irá desacelerar a escala de substituição de emprego. O papel da proteção do trabalho é óbvio. Para um país, se o mercado de trabalho for rígido e as leis e políticas

crise econômica, além da ênfase acentuada na sustentabilidade e o aumento das expectativas dos clientes quanto à flexibilidade e ao aprimoramento do desempenho de custos levaram as empresas a repensar a terceirização de suas atividades para o exterior.
⁴²⁵ DONAUBAUER, Julian; DREGER, Christian. The End of Cheap Labor: Are Foreign Investors Leaving China?. *Asian Economic Papers* 17 (2). 2018. p. 94–107.

⁴²⁶ WILSON, H. James; DAUGHERTY, Paul R. Collaborative intelligence: humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, v. 96, n. 4, p. 114–123, 2018.

trabalhistas protegerem o emprego e os direitos relacionados dos trabalhadores de maneira muito estrita, a inteligência artificial substituirá o emprego de forma relativamente lenta⁴²⁷.

O custo das leis e políticas trabalhistas tem pressionado os empregadores a fazerem o possível para escapar das relações de trabalho formais, que alguns estudiosos chamam de ruptura das relações de trabalho. A inteligência artificial vai acelerar a ruptura das relações de trabalho, que depende em grande parte dos riscos e custos das relações de trabalho trazidos pelas leis trabalhistas. Esse processo não pode ser evitado.

Embora a taxa de desemprego obtida por diferentes estudos varie muito, é inegável que a inteligência artificial fará com que um grande número de trabalhadores perca seus empregos e precisem voltar a encontrar empregos adequados. Chen Yongwei em 2017 usou o mesmo método de Frey e Osborne para estudar mais de 400 ocupações na China e estimou que 70% das ocupações em todo o país seriam impactadas pela inteligência artificial. Se a população agrícola for excluída, cerca de 60% das ocupações serão impactadas⁴²⁸.

De acordo com o McKinsey Global Institute, a escala em que a automação substitui a equipe em tempo integral varia de acordo com o nível de renda, a demografia e a estrutura do setor da economia. Estima-se que, entre 2016 e 2030, o número de funcionários em tempo integral substituídos na China será de cerca de 40 a 45 milhões. Com base nos níveis de tecnologia atuais, mais de 40% do conteúdo de trabalho existente e 31% das horas de trabalho existentes na China podem ser automatizados. Tarefas físicas previsíveis, como trabalho em linha de montagem, são particularmente vulneráveis à automação. A automação eliminará um em cada cinco empregos de manufatura na China até 2030. Se a automação acelerar, quase 100 milhões de trabalhadores precisarão mudar de ocupação até 2030⁴²⁹.

Nos últimos anos, difundiu-se a crença de que a promulgação da Lei do Contrato de Trabalho⁴³⁰ causou uma série de problemas. Ele se concentra em duas questões, uma é a

⁴²⁷ WILSON, H. James; DAUGHERTY, Paul R. Collaborative intelligence: humans and AI are joining forces. Harvard Business Review, v. 96, n. 4, p. 114-123, 2018.

⁴²⁸ CHEN, Yongwei, and Duo Xu. 2018. "The Impact of Artificial Intelligence on Employment." Comparative Studies (2):135-160.

⁴²⁹ *Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*. Instituto McKinsey. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages> (acesso em 20/10/2021)

⁴³⁰ A Lei do Contrato de Trabalho foi adotada pela Comissão Permanente do Congresso Nacional do Povo em 29 de junho de 2007 e entrou em vigor em 1º de janeiro de 2008. A lei exige que basicamente qualquer relação de trabalho deve ter um contrato escrito (prazo fixo, continuado ou contrato para uma tarefa específica). Qualquer relação de trabalho deve ser formalizada por escrito até um mês após o início do trabalho, com penalidades se o procedimento não for respeitado: o trabalhador recebe em dobro a partir do segundo mês até a celebração e assinatura do contrato. Se ainda não houver contrato após um ano, a relação de trabalho é automaticamente considerada indefinida ou indeterminada, com todos os direitos (especialmente no que se refere a dispensas) associados a este tipo de contrato. Também exige que os contratos por prazo determinado sejam transformados em contratos por tempo indeterminado ou por tempo indeterminado após a segunda renovação. Os contratos devem abranger horas de trabalho, pagamento de horas extras, remuneração, seguro social, condições de trabalho, período probatório e treinamento. Ou seja, a lei promove, assim, um conjunto de direitos que decorrem de uma relação contratual de trabalho:

inflexibilidade do mercado de trabalho; em segundo lugar, os custos de mão de obra se tornaram mais altos. Sob uma perspectiva conservadora, o aumento do custo do trabalho causado pela proteção excessiva do trabalho aceleraria a ruptura da relação de trabalho padrão e a substituição da força de trabalho existente pela inteligência artificial. Na era da inteligência artificial, reduzir os custos do trabalho e aumentar a flexibilidade do mercado de trabalho tornaram-se os problemas que devem ser enfrentados no campo do direito do trabalho⁴³¹.

A redução de custos e o aumento da flexibilidade estão intimamente relacionados ao Direito do Trabalho. Portanto, para examinar a racionalidade das disposições relevantes na Lei do Contrato de Trabalho existente na perspectiva da redução dos custos do trabalho, é inevitável discutir as razões para o aumento dos custos do trabalho da empresa e a relação entre o custo do trabalho da empresa e as regras relevantes da Lei. Pela coleta e análise dos dados reais, verifica-se que não se pode estabelecer a visão de que a Lei do Contrato de Trabalho faz com que o custo da mão de obra ocupe uma grande proporção do custo total dos gastos das empresas. Vejamos Xangai como exemplo: de 2001 a 2007, quando foi promulgada a Lei do Contrato de Trabalho, a proporção do custo total com o pessoal por empresas era de 6,9%, em média. Entre 2008 e 2014, quando a Lei do Contrato de Trabalho foi promulgada, era de 6,3%⁴³².

Antes da promulgação da Lei do Contrato de Trabalho em 2008, os trabalhadores migrantes tinham que suportar baixos salários, condições de trabalho abusivas e falta de segurança no emprego⁴³³. Mesmo em 2015, ou seja, oito anos após a sua implementação, 63,8% dos trabalhadores migrantes não tinham assinado contratos de trabalho⁴³⁴. Embora a Lei do Contrato de Trabalho tenha sido elaborada para estabilizar as relações laborais, o desequilíbrio de poder entre trabalho e capital no processo legislativo influenciou a redação final da lei para ampliar as razões admissíveis para demissões para incluir atualização tecnológica e remodelação da gestão em favor do capital⁴³⁵.

Embora o sistema hukou tenha desempenhado um papel importante na legitimação dos custos mínimos de reprodução do trabalho, as condições que ele produziu foram semelhantes

remuneração, segurança social e benefícios previdenciários (aposentadoria, doença ou lesão, deficiência relacionada ao trabalho ou doença ocupacional, desemprego, licença maternidade), pagamento de horas extras e indenização por rescisão.

⁴³¹ Chen, Yongwei, and Duo Xu. 2018. "The Impact of Artificial Intelligence on Employment." *Comparative Studies* (2): 135–160.

⁴³² ZHOU, Yixiao; TYERS, Rod. Automation and inequality in China. *China Economic Review*, v. 58, p. 101, 2019.

⁴³³ Gallagher, M. E., & Dong, B. (2011). Legislating harmony: Labour law reform in contemporary China. In S. Kuruvilla, C. K. Lee, & M. Gallagher (Eds), *From iron rice bowl to informalization: Markets, workers, and the state in a changing China* (pp. 36–60). Ithaca, NY: Cornell University Press.

⁴³⁴ National Bureau of Statistics. Migrant workers monitoring survey report 2015. Disponível em: http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201604/t20160428_1349713.html (acesso em 20/10/2021)

⁴³⁵ Gallagher, M. E., & Dong, B. (2011). Legislating harmony: Labour law reform in contemporary China. In S. Kuruvilla, C. K. Lee, & M. Gallagher (Eds), *From iron rice bowl to informalization: Markets, workers, and the state in a changing China* (pp. 36–60). Ithaca, NY: Cornell University Press.

às de outros países do Sul Global, onde os trabalhadores têm baixa renda e proteção social fraca e proteção social fraca, muitas vezes negada salário e acesso a bens de consumo. Isso pode ser visto como uma característica específica da acumulação no capitalismo periférico⁴³⁶. Ao todo, o status de semiproletário dos trabalhadores migrantes afeta significativamente a trajetória de mudança tecnológica no setor manufatureiro urbano. Em primeiro lugar, o desenvolvimento rural e os meios de subsistência estão intimamente ligados à decisão de migração de *nongmingong*⁴³⁷ e à indexação das mudanças no mercado de trabalho que influenciam as decisões de modernização industrial. Em segundo lugar, a alta taxa de rotatividade entre os trabalhadores migrantes pode afetar a forma como os empregadores avaliam os custos comparativos entre trabalho humano e equipamento automatizado. Terceiro, sem direitos coletivos, os trabalhadores seniores provavelmente experimentarão o processo de desqualificação provocado pela automação e, portanto, não conseguirão evitar sua substituição por máquinas⁴³⁸.

Um ponto importante a ser analisado quando se fala no aumento de custos é o declínio da população em idade ativa na China. A tendência é uma constante desde 2012, quando a população em idade produtiva da China diminuiu pela primeira vez, de acordo com o National Bureau of Statistics. A relativa escassez de mão de obra na China tornou-se um estado normal, e um impacto direto da escassez de mão de obra é o aumento do custo da mão de obra. Com o desenvolvimento da economia e da sociedade, o aumento do custo do trabalho tem certa racionalidade interna e, ao mesmo tempo, são muitos os motivos para o atual aumento dos custos do trabalho, que não podem ser atribuídos simplesmente à implementação da Lei dos Contratos de Trabalho. No geral, os custos do trabalho estão intimamente relacionados às mudanças na oferta e demanda do mercado de trabalho. Além dos custos trabalhistas - salários, existem os impostos trabalhistas e os custos previdenciários. A parte previdenciária é principalmente ajustada pela Lei do Seguro Social e seus regulamentos que a suportam, e não tem relação direta com a Lei do Contrato de Trabalho⁴³⁹

⁴³⁶ ZHOU, Yixiao; TYERS, Rod. Automation and inequality in China. *China Economic Review*, v. 58, p. 101, 2019.

⁴³⁷ À primeira vista, o êxodo rural na China ecoa padrões migratórios semelhantes aos de outros países de industrialização tardia do Sul Global. No entanto, o caso chinês se destaca pelo processo institucionalizado de semiproletarização no que é conhecido como sistema hukou. Os trabalhadores migrantes, mais conhecidos como *nongmingong*, são pegos entre os *não nongmin* (camponeses) e *gongren* (trabalhadores). Os migrantes são chamados para trabalhar na cidade, mas não para ficar na cidade. Como portadores de hukou rural, eles devem retornar ao campo para estudar, receber serviços de saúde, aposentadoria e outras atividades socialmente reprodutivas. As raízes desta separação espacial da produção em áreas urbanas e reprodução no campo podem ser rastreadas até a era socialista dos anos 1950, quando foi instituída tanto como um mecanismo de controle populacional quanto como um pacote de bem-estar.

⁴³⁸ ZHOU, Yixiao; TYERS, Rod. Automation and inequality in China. *China Economic Review*, v. 58, p. 101, 2019.

⁴³⁹ Idem.

Pela análise acima, pode-se perceber que a Lei do Contrato de Trabalho, como lei representativa da proteção do trabalho, não possui o potencial impacto sobre o custo da mão de obra das empresas como boa parte dos empresários mais conservadores acredita possuir⁴⁴⁰. Uma leitura mais rígida e conservadora da legislação trabalhista entende que ela aumenta de forma invisível o custo do trabalho das empresas. Muitos analistas entendem que caso ela não se torne mais flexível, com o rápido desenvolvimento da tecnologia de inteligência artificial, um grande número de empregadores será obrigado a escolher métodos de emprego flexíveis para substituir o emprego de relação formal de trabalho, ou escolher diretamente a inteligência artificial para substituir a força de trabalho⁴⁴¹.

Ou seja, para aquelas empresas que encaram o custo da mão-de-obra como excessivamente alto, haverá uma tendência em substituir rapidamente a mão-de-obra. No momento, não há limite para o prazo máximo de contrato de trabalho por prazo indeterminado na legislação chinesa. Em comparação com contratos de trabalho por prazo indeterminado, os contratos de trabalho por prazo determinado podem prever o momento da rescisão do contrato de trabalho, e a duração do contrato é o resultado de acordo mútuo entre o empregador e o empregado. Portanto, a necessidade de compensação econômica para o contrato de trabalho a termo não é muito significativa⁴⁴².

Contudo, é preciso enfatizar que as atualizações tecnológicas e sociais também se encaixam bem no portfólio de estratégia do capital para restaurar a lucratividade. A última década testemunhou a realocação de capital da costa da China para o interior da China e outros países asiáticos e até mesmo para a África em busca de mão de obra barata. Alternativamente, o capital também pode buscar a atualização do processo para reduzir os custos de mão-de-obra ou buscar a atualização do produto para obter mais ganhos das cadeias de valor globais. Assim, o capital simplesmente não pode descartar as melhorias sociais como um fardo indesejado⁴⁴³.

É importante ressaltar que o Governo não possui uma política específica para amortecer o deslocamento de mão de obra causado pela implantação em massa de equipamentos automáticos. Em abril de 2015, o Conselho de Estado apresentou o Parecer sobre a Promoção do Emprego e do Empreendedorismo em Novas Circunstâncias, destacando a criação de empregos como um objetivo fundamental da regulação da macroeconomia. Ele se propõe a desenvolver indústrias de mão de obra intensiva, a apoiar o desenvolvimento de pequenas e

⁴⁴⁰ CHEN, Yongwei; DUO, Xu. 2018. "The Impact of Artificial Intelligence on Employment." *Comparative Studies* (2): 135–160.

⁴⁴¹ GIUNTELLA, Osea; WANG, Tianyi. Is an army of robots marching on Chinese jobs? IZA Discussion Paper Series. Institute of Labour Economics. Publicado em abril de 2019.

⁴⁴² Idem.

⁴⁴³ ZHOU, Yixiao; TYERS, Rod. Automation and inequality in China. *China Economic Review*, v. 58, p. 101, 2019.

microempresas que são os principais empregadores na China, a controlar melhor o risco de demissões e a incentivar a criação de novas empresas⁴⁴⁴.

Em abril de 2017, o Conselho de Estado atualizou a política de emprego, apresentando o Parecer sobre a Promoção do Emprego e do Empreendedorismo para o Presente e os Anos vindouros. Comparado com o Parecer de 2015 que deu a sua principal atenção à promoção do emprego, o de 2017 apresenta uma postura mais equilibrada. Em vez de focar no impacto unilateral do desenvolvimento econômico sobre o emprego, enfatiza a coordenação entre crescimento econômico, promoção do emprego e otimização da estrutura de emprego. Além das indústrias de mão-de-obra intensiva, o parecer atualizado também propõe o desenvolvimento de manufaturas de capital intensivo em tecnologia e conhecimento e indústrias estratégicas emergentes. Além disso, em resposta ao surgimento de novas formas de negócios, como a economia de plataforma, o novo Parecer deixa claro, por um lado, que o governo central incentivará essas empresas, incentivando os governos locais a conceder-lhes acesso a políticas de crédito preferenciais e à compra seus produtos e serviços; por outro lado, devido às preocupações em torno da qualidade do emprego nestas novas formas de negócios, o parecer propõe explorar novas instituições em matéria de regime de emprego e seguro social para melhorar a segurança e o bem-estar dos trabalhadores envolvidos nestas empresas⁴⁴⁵.

Em dezembro de 2019, o Conselho de Estado emitiu o Parecer sobre a Promoção da Estabilização do Emprego. Este parecer promete uma ampla gama de medidas de promoção de emprego, incluindo, mas não se limitando a, estender o apoio financeiro a pequenas e microempresas, facilitando a entrada de empresas em novos mercados, aumentando o consumo doméstico e o investimento para criar mais empregos, encorajando todos os tipos de empregos flexíveis, oferecendo treinamento de habilidades profissionais em grande escala, e assim por diante⁴⁴⁶

Com relação à escassez de trabalhadores qualificados, além dos esforços para melhorar o sistema de educação e treinamento, o governo chinês também introduziu políticas para aumentar a remuneração dos trabalhadores qualificados. Tendo em vista que a baixa remuneração desencorajou os jovens a se tornarem trabalhadores qualificados, em março de 2018, o Conselho de Estado emitiu o Parecer sobre o Reforço da Compensação para Trabalhadores Qualificados. Este Parecer apresenta políticas detalhadas para aumentar essa compensação, incluindo bem-estar político, econômico e social. Em particular, propõe

⁴⁴⁴ GIUNTELLA, Osea; WANG, Tianyi. Is an army of robots marching on Chinese jobs? IZA Discussion Paper Series. Institute of Labour Economics. Publicado em abril de 2019.

⁴⁴⁵ Idem.

⁴⁴⁶ Ibidem.

simplificar o sistema de remuneração para trabalhadores qualificados, estabelecer mecanismos normais de crescimento salarial e programas de incentivos de longo prazo para estes trabalhadores⁴⁴⁷.

Os direitos ao seguro social ajudam a aumentar a segurança dos trabalhadores. Na China, as contribuições obrigatórias dos empregadores para seguro social e fundo de habitação chegam a 30% a 40% por cento dos salários. O Governo tem tentado usar agências de arrecadação de impostos para coletar as contribuições para a seguridade social. As agências de impostos têm melhores dados sobre o número de funcionários e salários reais de cada empresa e, portanto, estão em melhor posição para combater a evasão da seguridade social⁴⁴⁸.

Para aumentar a taxa de fertilidade assustadoramente baixa, no final de 2015 o governo aboliu a política de um filho que já existia há uma década e encorajou os casais a terem dois filhos, o que tornou os empregadores mais relutantes em contratar funcionárias do sexo feminino porque podem tirar licença maternidade remunerada mais de uma vez. É neste contexto que, em fevereiro de 2019, o governo central emitiu a circular sobre a regulamentação adicional do comportamento de recrutamento e facilitação do emprego feminino. Esta circular exclui os seguintes comportamentos por parte dos empregadores: recrutamento pró-homem em cargos adequados para mulheres; pedir o estado civil das candidatas e registros de parto; incluindo um teste de gravidez no exame físico para novas contratações, e assim por diante. Claramente, esta circular pretende remediar as consequências indesejadas da abolição da política do filho único. O Governo não possui uma política específica para promover a igualdade de gênero em meio a essa onda de atualização tecnológica⁴⁴⁹.

4.2. A luta dos trabalhadores pelo dividendo do robô.

A atualização tecnológica na China, ao mesmo tempo que criou empregos na indústria, tem sido associada ao deslocamento de trabalhadores pouco qualificados e a escassez de certos trabalhadores qualificados. Além disso, tanto os futuros trabalhadores qualificados quanto os de baixa qualificação estão fugindo da manufatura para os serviços. Os interesses decrescentes

⁴⁴⁷ GIUNTELLA, Osea; WANG, Tianyi. Is an army of robots marching on Chinese jobs? IZA Discussion Paper Series. Institute of Labour Economics. Publicado em abril de 2019.

⁴⁴⁸ YINGHUA, Zhang. Improving social protection for internal migrant workers in China. Organização Internacional do Trabalho. EU-China Dialogue on Migration and Mobility Support Project. Publicado em 12/12/2019. Disponível em: http://www.ilo.org/beijing/information-resources/public-information/factsheets/WCMS_732202/lang-en/index.htm?shared_from=shr-tls (acesso em 20/10/2021)

⁴⁴⁹ Idem.

de estudantes universitários e trabalhadores camponeses na manufatura podem agravar a escassez de mão de obra na manufatura, comprometer os esforços para construir uma força de trabalho manufatureira qualificada e prejudicar a implementação do Made in China 2025.

Entre todos os alunos de graduação em engenharia na China, a porcentagem de pessoas empregadas na indústria caiu continuamente de 42% em 2012 para 32,3% em 2016. O salário relativamente baixo e o baixo status social dos engenheiros em comparação com aqueles que se especializam em finanças, economia e gestão no ensino superior e a qualidade menos satisfatória dos programas de engenharia na China são culpados por esse vazamento de talentos de engenharia. Durante o período de 2008 a 2018, a porcentagem daqueles que trabalhavam na indústria caiu de 37,2% para 27,9%, enquanto aqueles em todas as esferas de serviços aumentaram de 33,1% para 37,6%⁴⁵⁰.

Não está claro quantos trabalhadores estão empregados na indústria de fabricação de equipamentos automáticos da China. A lacuna de habilidades no campo de máquinas-ferramenta e robôs de última geração na China deve chegar a 4,5 milhões em 2025. As empresas chinesas usam principalmente robôs e outros equipamentos automáticos para aliviar a escassez de mão de obra e reduzir os custos de mão de obra. Neste contexto, pelo menos na China atual, a implantação de robôs e outros equipamentos automáticos foi bem recebida pela maioria dos trabalhadores⁴⁵¹.

Em agosto de 2014, o Governo Municipal de Dongguan aprovou uma resolução chamada 'Promoção de Empresas de Dongguan para “Substituir Humanos por Robôs” (2014–2016). Isso delineou a determinação do governo em transformar a cidade de oficina do mundo para servir como base de manufatura inteligente. Como afirma a política, dentro de três anos, o governo alocaria um fundo anual de 200 milhões de yuans para patrocinar empresas que adotem de 1.000 a 1.500 programas de automação, ajudando a aumentar a taxa de produtividade per capita de 80.000 yuans para mais de 110.000 yuans. Houve a inscrição de 2.400 projetos de substituição de máquinas, reduzindo 250 mil trabalhadores da linha de frente da produção, representando 5% do emprego registrado na cidade, com uma redução média de 100 pessoas em cada projeto. De acordo com uma pesquisa do governo de Hangzhou com empresas representativas em toda a cidade, o emprego nos postos de produção diminuiu significativamente após o uso da tecnologia de inteligência artificial. Em 37 empresas, 800

⁴⁵⁰ LI, Xun. Transition from factor-driven to innovation-driven urbanization in China: A study of manufacturing industry automation in Dongguan City. *China Economic Review*, v. 59, p. 101382, 2020.

⁴⁵¹ Idem.

trabalhadores nos postos de produção foram reduzidos devido ao uso da robótica, 539 deles foram transferidos dentro da empresa e 261 deixaram a empresa⁴⁵².

A aquisição do equipamento de capital para automatizar não qualifica por si só um fabricante para o subsídio; tal empresa precisa demonstrar como sua atualização industrial atendeu a quatro critérios: redução da força de trabalho, aumento da produtividade, atualização da qualidade e melhoria das proteções de segurança no trabalho⁴⁵³. Considerando os aumentos nos custos de mão de obra nos últimos anos, não é surpreendente que a "redução da força de trabalho" esteja no topo da lista de critérios de elegibilidade. De acordo com estatísticas oficiais, o salário médio anual da cidade aumentou 1,56 vezes em cinco anos, de apenas 16.108 yuans em 2010 para 41.285 yuans em 2015. A recente rodada de escassez de mão de obra começou para valer já no verão de 2009, embora suas primeiras origens tenham sido na primavera de 2004⁴⁵⁴. Logo após o feriado do Ano Novo Chinês em 2010, Dongguan testemunhou um déficit de força de trabalho superior a um milhão, o que foi explicado como uma escassez de mão de obra de impressionantes 30%. Indústrias de mão-de-obra intensiva foram extremamente atingidas, incluindo eletrônicos, móveis, roupas, brinquedos e outros. Essa escassez foi explicada por interpretações acadêmicas prevalentes na teoria do ponto de inflexão de Lewis que adota uma análise da mudança demográfica para postular novos mecanismos de migração rural para urbana⁴⁵⁵. O economista Cai Fang foi o primeiro a propor tal tese, pois demonstrou como a política do filho único teve um grande impacto no fim da oferta aparentemente ilimitada de mão de obra migrante⁴⁵⁶. Para justificar a política de Substituição de Humanos por Robôs, tanto a mídia quanto o governo de Dongguan ofereceram estatísticas indicando mudanças demográficas: a população em idade ativa da China caiu do nível máximo de 941 milhões em 2011 para 916 milhões em 2014, um declínio de 25 milhões em três anos⁴⁵⁷.

Os problemas com a hipótese do ponto de inflexão de Lewis são duplos. Em primeiro lugar, é baseado em uma divisão rígida entre os setores industriais urbanos e agrícolas rurais e, portanto, assume que a economia de subsistência do campo continuará a enviar "excedente" de

⁴⁵² FENG, Xiaojun. The Labour Implications of Technological Upgrading in China. Organização Internacional do Trabalho. Genebra. 2020. https://www.ilo.org/emppolicy/pubs/WCMS_764445/lang--en/index.htm (acesso em 20/10/2021)

⁴⁵³ Announcement on circulating Dongguan's 'Replacing Humans with Robots' special fund management policy Dongguan People's Government. 2014. Disponível em: <http://www.dg.gov.cn/cndg/s1272/201408/787179.html> (acesso em 20/10/2021)

⁴⁵⁴ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁵⁵ idem

⁴⁵⁶ Cai, F. The upcoming Lewisian turning point and its policy implications. Beijing: Social Sciences Academic Press. 2007.

⁴⁵⁷ Li, H., & Yang, J. (2015, July 3). Labour force continued to decline in three consecutive years, labour shortage increasingly intensified. Renmin Daily Net. Publicado em julho de 2015)

trabalho para a cidade⁴⁵⁸. Aqui, a migração laboral é entendida em termos da lei da oferta e da procura dos mercados de trabalho. Mas esta abordagem falha em considerar as escolhas voluntárias dos trabalhadores migrantes ou mesmo as lutas involuntárias. Recentemente, os estudiosos começaram a desvendar cada vez mais a dinâmica da relação entre os setores urbano e rural em uma crítica a essa hipótese rígida⁴⁵⁹. Por exemplo, a mão-de-obra "excedente" rural está longe de se esgotar. Na verdade, o número total de trabalhadores migrantes continuou a aumentar, de 253 milhões em 2011 para 274 milhões em 2014, um aumento de 21 milhões. Em 2009, pouco menos de um terço (31%) do total da força de trabalho rural de 469 milhões optou por migrar⁴⁶⁰. Descobriu-se como o desenvolvimento rural, especialmente o aumento das TVEs na década de 1990 e os programas do governo 'Desenvolvendo o Oeste' e 'Construindo o Campo Socialista' dos anos 2000, contribuíram com a maior parte do crescimento da renda no campo⁴⁶¹. Além disso, verificou-se que os trabalhadores rurais preferem empregos locais não agrícolas à migração de mão-de-obra se os dois oferecerem recompensas econômicas comensuráveis. O desenvolvimento rural ajudou a aumentar o poder de barganha de mercado dos trabalhadores migrantes no setor de manufatura urbano. Isso é evidente no aumento de 153,8% nos salários entre 2003 e 2009⁴⁶².

A segunda crítica do ponto de inflexão de Lewis é da perspectiva da importância das lutas dos trabalhadores na elevação do status social e econômico⁴⁶³. Um caso mais inspirador foi a greve dos trabalhadores na fábrica de manufatura de peças de automóveis da Honda em Foshan, em maio de 2010, que envolveu 1.800 trabalhadores e durou 17 dias, forçando a administração a atender à demanda dos trabalhadores por um aumento salarial significativo de 32,4% a 70% e a eleição democrática de novos líderes sindicais. Além da luta por salários mais altos, os trabalhadores migrantes têm lutado pelos direitos e reconhecimento dos trabalhadores, forçando o governo a aprovar uma série de leis como a Lei da Previdência Social⁴⁶⁴.

A chamada escassez de mão de obra refletia o crescente poder de barganha dos trabalhadores no mercado, em vez de uma escassez real na oferta de trabalho. No entanto, o aumento dos custos trabalhistas também pode se voltar contra os trabalhadores se os empregadores se recusarem a oferecer salários mais altos, substituindo os trabalhadores por

⁴⁵⁸ ZHAN, Shaohua, HAUNG, Lingli. Rural roots of current migrant labour shortage in China: Development and labour empowerment in a situation of incomplete proletarianization. *Studies in Comparative International Development*, 48(1), 81–111. 2013

⁴⁵⁹ Idem.

⁴⁶⁰ Ibidem

⁴⁶¹ Ibidem.

⁴⁶² Ibidem.

⁴⁶³ Chan, J., Pun, N., & Selden, M. (2013). The politics of global production: Apple, Foxconn and China's new working class. *New Technology, Work and Employment*, 28(2), 100–115

⁴⁶⁴ Idem.

robôs. Atualmente, o salário médio mensal no setor manufatureiro em Dongguan era de 4.062 yuans,⁴⁶⁵ e com os gastos com seguridade social os custos trabalhistas ultrapassavam facilmente os 50.000 yuans por ano. Em comparação, os robôs industriais tiveram uma média de menos de 100.000 yuan / unidade⁴⁶⁶. Portanto, normalmente leva apenas dois anos para que os empregadores recuperem seu investimento com a atualização de seus equipamentos, uma solução tentadora para o problema urgente de "escassez de mão de obra"⁴⁶⁷. De acordo com estatísticas do governo de Dongguan, de setembro de 2014 a dezembro de 2015, entre os 1.262 programas subsidiados, a redução da força de trabalho totalizou 71.253 empregos⁴⁶⁸.

Zhejiang, Jiangsu e Guangdong, todas no leste da China, estão entre as províncias mais desenvolvidas e também estão envolvidas na atualização de processos. Em uma pesquisa realizada em 2016 nestas províncias, foram ouvidos os principais empregadores, e foi identificado que a adoção da automação em grande escala em suas indústrias, derivou da escassez de mão-de-obra e os altos custos de mão-de-obra (que estão intimamente interligados). Além disso, os empregadores também usaram ou estavam considerando o uso de equipamentos automáticos para impulsionar o desempenho de suas empresas, aumentando a produtividade do trabalho, melhorando a qualidade do produto, reduzindo custos operacionais, estabilizando a produção, facilitando a customização em massa e reduzindo o risco de protestos trabalhistas⁴⁶⁹.

De novembro de 2017 a janeiro de 2018, a equipe de pesquisa da China Development Research Foundation foi a Suzhou, Jiangsu, Dongguan, Zhejiang e Hangzhou para investigar o status de desenvolvimento da indústria de inteligência artificial e a situação de “substituição de máquina”. A automação industrial e a substituição da força de trabalho por robôs nessas áreas podem ser consideradas o precursor da substituição de empregos de inteligência artificial no futuro. O grupo de pesquisa descobriu, a partir da investigação de mais de dez empresas em Hangzhou, que o processo de automação de máquinas de grandes empresas é mais rápido e mais alto. Nas pequenas e médias empresas, o grau de automação das máquinas não é alto e a substituição de trabalhadores por máquinas não é óbvia. De acordo com a pesquisa sobre a implementação da substituição de máquinas nas empresas de Suzhou, 70% das empresas reduziram o pessoal, 20% aumentaram o pessoal e 10% permaneceram inalterados. No futuro,

⁴⁶⁵ O salário médio anual para o setor manufatureiro era de 48.750 yuans em 2015

⁴⁶⁶ *The import of industrial robots witnesses volume drop and price increase*. General Administration of Customs. 2015. Disponível em: <http://www.customs.gov.cn/publish/portal0/tab7841/info768491.html> (acesso em 20/10/2021)

⁴⁶⁷ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From ‘Labour Dividend’ to ‘Robot Dividend’: Technological Change and Workers’ Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁶⁸ Idem.

⁴⁶⁹ HUIJIN, Ma. Strategic Plan of “Made in China 2025” and Its Implementation. In: *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments*. IGI Global, 2018. p. 1-23.

o número de empregos de baixo custo continuará a diminuir, enquanto o número de empregos de alto padrão continuará a aumentar⁴⁷⁰.

Portanto, veremos um mercado de trabalho encolhendo no setor manufatureiro nas próximas décadas, e muitos trabalhadores migrantes na China terão que mudar para a indústria de serviços ou retornar ao campo. Na verdade, o emprego na indústria de serviços já ultrapassou a indústria desde 2011⁴⁷¹. No entanto, as condições de trabalho no setor de serviços foram identificadas como ainda mais precárias e desregulamentadas do que na indústria, com relações de trabalho opacas, baixas taxas de contratualização e pagamento inconsistente de horas extras em vários subsetores.

Embora a legislação trabalhista chinesa exija que os empregadores ofereçam indenização calculada com base no salário de um mês para cada ano de serviço, na realidade há várias maneiras pelas quais um empregador pode contornar este regulamento. Atualmente, na indústria, a maior parte dos salários dos trabalhadores vem de horas extras. Portanto, se um empregador não oferece tarefas extras para seus trabalhadores, os trabalhadores podem deixar seus empregos "por sua própria vontade", evitando o mandato dos empregadores de oferecer indenização por demissão. Alguns estudiosos do trabalho na China não prestaram atenção suficiente à relação entre os fatores do mercado de trabalho e a atualização industrial. Eles tendem a ver a alta rotatividade do trabalho como um fenômeno que ameaça o desenvolvimento de habilidades dos trabalhadores, a acumulação de capital humano dos empregadores e até a estabilidade social. Como o fator de "escassez de mão de obra", a alta taxa de rotatividade pode ser utilizada pelos empregadores para impor a automação que marginaliza ainda mais o poder de barganha dos trabalhadores no mercado⁴⁷². Em condições de escassez de mão de obra, bem como de alta rotatividade, alguns fabricantes consideram a automação uma solução viável para reduzir sua dependência de mão de obra qualificada⁴⁷³.

Braverman observou em seu estudo da máquina de controle numérico nos EUA pós-Segunda Guerra Mundial, que a diferença entre treinar um maquinista artesanal e um operador de máquina de controle numérico⁴⁷⁴ era de quatro anos versus quatro meses. Naquela época, os sindicatos nos Estados Unidos ainda eram pró-ativos e poderosos, de modo que os

⁴⁷⁰ FENG, Xiaojun. (2020). The Labour Implications of Technological Upgrading in China. Organização Internacional do Trabalho. Genebra.

⁴⁷¹ Idem.

⁴⁷² Ibidem.

⁴⁷³ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁷⁴ O controle numérico é definido como a forma de automação programável, na qual o processo é controlado por número, letras e símbolos. No caso das máquinas operatrizes esta automação programável é utilizada para o funcionamento das máquinas.

empregadores tinham que, pelo menos em público, ocultar o rebaixamento do maquinista treinado no interesse de uma transição mais suave e por razões de relações públicas⁴⁷⁵. Se os maquinistas veteranos nos EUA silenciosamente aceitaram seu destino de degradação do trabalho, como os trabalhadores não sindicalizados na China reagiram à invasão da automação? Algumas pesquisas em campo demonstram que, com o aumento da produtividade trazido por máquinas avançadas, o pagamento dos trabalhadores mudou imediatamente de uma taxa por peça para uma taxa de tempo. Os empregadores usaram várias estratégias para persuadir funcionários veteranos a aceitar a realidade de maior produtividade pela mesma ou até mesmo por escalas de pagamento mais baixas⁴⁷⁶.

Contudo, a automação desqualifica os trabalhadores e não necessariamente abre oportunidades para aprimoramento de habilidades. O economista Florian Butollo descobriu que, em fábricas de têxteis e vestuário em Dongguan, os operadores de máquinas desqualificaram a automação sem gerar nova demanda para aprimoramento de habilidades⁴⁷⁷. Com base na pesquisa de campo em entre os anos de 2015 a 2016 em Dongguan, Os pesquisadores Naubahar Sharif e Yu Huang, descobriram que, além de deslocar trabalhadores, a automação também desqualificou trabalhadores qualificados; mas, em alguns casos, a implantação de robôs exigiu a qualificação dos operadores⁴⁷⁸. A automação também falha em aumentar significativamente os salários dos trabalhadores ou encurtar as horas de trabalho, sugerindo que os trabalhadores falham em compartilhar os ganhos que os empregadores colhem com a automação⁴⁷⁹. Huang descobriu que os trabalhadores qualificados, cujos empregos eram automatizados, sofreram cortes salariais⁴⁸⁰. Com base em um estudo de caso em Dongguan e Guangdong, descobriu-se que, em contraste com o aumento dramático na produtividade do trabalho possibilitado pela automação, o aumento nos salários dos trabalhadores parecia insuficiente⁴⁸¹.

A automação aumenta o poder de barganha de alguns trabalhadores qualificados relacionados com robôs, mas restringe o poder de barganha de outros trabalhadores qualificados e pouco qualificados, desqualificando-os. Consistente com a descoberta de que a escassez de

⁴⁷⁵ BRAVERMAN, Harry. Trabalho e capital monopolista. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

⁴⁷⁶ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁷⁷ Butollo, Florian. 2013. "Moving beyond Cheap Labour? Industrial and Social Upgrading in the Garment and LED Industries of the Pearl River Delta." *Journal of Current Chinese Affairs* 42(4): 139–170.

⁴⁷⁸ Sharif, Naubahar, and Yu Huang. 2019. "Industrial Automation in China's 'Workshop of the World'." *The China Journal* 81(1): 1–22.

⁴⁷⁹ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁸⁰ Huang, Echo. 2019. "China's Tech Giants are 'Optimizing' People as the Economy Slows." *Quartz*, 28 February.

⁴⁸¹ Idem.

mão de obra invocada pela automação inevitavelmente impulsionou o poder de barganha de certos trabalhadores com os empregadores, descobriu-se também que, no setor de peças automotivas, enquanto a automação aumentava o poder de barganha dos engenheiros seniores nas posições de programação de robôs , P&D relacionados a robôs e ajustes de robôs, muitos outros trabalhadores foram expostos ao risco de desqualificação representado pela automação e viram seu poder de barganha diminuído⁴⁸². Além disso, também se descobriu que, ao ditar o ritmo de trabalho, a implantação em massa de equipamentos automáticos no chão de fábrica reduziu o controle dos trabalhadores sobre o processo de trabalho: eles tinham que acompanhar as máquinas, o que desconectou amplamente seu moral e experiência de trabalho com seu desempenho⁴⁸³.

É importante notar que diferentes trabalhadores sentem o choque da automação de maneiras diferentes. Os trabalhadores pouco qualificados são mais vulneráveis do que os qualificados; os trabalhadores idosos são mais vulneráveis do que os trabalhadores jovens. Além disso, as trabalhadoras, que eram altamente concentradas na força de trabalho pouco qualificada, eram mais propensas do que os homens a serem deslocadas por robôs e eram menos propensas a serem requalificadas e qualificadas para novas posições, tornando-as (particularmente aquelas com mais de 40 anos) mais vulneráveis do que seus colegas do sexo masculino em meio à implantação em massa de robôs⁴⁸⁴.

O que acontece aos trabalhadores despedidos pela automação? É seguro especular que, pelo menos no curto prazo, quando a automação ainda ocorre em uma escala relativamente pequena, ela não levará ao desemprego em massa na China. O que acontecerá no longo prazo ainda está para ser visto. Muitas empresas que adotaram a automação sofreram com a escassez de mão de obra e as demissões induzidas pela automação aconteceram, mas não em grande escala. De acordo com uma pesquisa realizada no ano de 2016 em Guangdong, apontou-se que a rotatividade natural foi a maneira mais comum para as empresas que adotaram a automação abandonarem o trabalho redundante. A rotatividade de empregos entre os trabalhadores camponeses da China é tradicionalmente alta. Em 2011, a duração média do primeiro emprego para os trabalhadores camponeses chineses nascidos nos anos 1990, 1980 e antes de 1980 foi estimada em menos de um ano, 18 meses e 50 meses, respectivamente⁴⁸⁵.

⁴⁸² Huang, Echo. 2019. "China's Tech Giants are "Optimizing" People as the Economy Slows. Quartz, 28 February.

⁴⁸³ Idem.

⁴⁸⁴ FENG, Xiaojun. The Labour Implications of Technological Upgrading in China. Organização Internacional do Trabalho. Genebra. 2020.

⁴⁸⁵ Idem.

Entre 2013 e 2017, os nascidos em e depois de 1980 representavam cerca de metade dos trabalhadores camponeses da China. A intensificação da escassez de trabalhadores pouco qualificados nos últimos anos só pode ter incentivado uma maior rotatividade. O setor de autopeças, por exemplo, as demissões induzidas por robôs eram muito raras: alguns empregadores aproveitaram a alta rotatividade dos trabalhadores camponeses da China e contaram com a rotatividade natural para liberar o trabalho redundante, enquanto outros abriram novas linhas para reposicionar trabalhadores redundantes⁴⁸⁶.

Já as empresas estatais e de rápido crescimento tendiam a reposicionar trabalhadores redundantes, enquanto empresas estrangeiras e empresas privadas nacionais tendiam a dispensá-los. De acordo com um relatório divulgado pela Meituan (um grupo chinês que compra empresa de serviços de entrega encontrados localmente, e que usou mais de 2,7 milhões de trabalhadores de entrega em tempo parcial e integral em 2018), aproximadamente um terço de seus trabalhadores de entrega em 2018 trabalharam no setor de manufatura. Este fato, por um lado, reflete a opção dos trabalhadores de baixa qualificação de sair da manufatura para os serviços e, por outro lado, reflete o potencial dos serviços para absorver o desemprego na manufatura⁴⁸⁷.

Além do desempenho das empresas, as preocupações ambientais também alimentaram a popularidade do equipamento automático, já que alguns empregadores adotaram o equipamento para reduzir o consumo de energia e a poluição. Uma das razões apresentada pelas empresas para a adoção da automação envolve o bem-estar dos trabalhadores: reduzir a intensidade do trabalho e aumentar a segurança no local de trabalho. Neste contexto, os trabalhadores chineses em geral dão as boas-vindas à adoção de equipamentos automáticos⁴⁸⁸.

De acordo com uma pesquisa realizada no setor têxtil de Jiangsu, 90% dos trabalhadores entrevistados saudaram a adoção de equipamentos automáticos em suas fábricas. Eles citaram o aumento da produtividade do trabalho como o principal motivo. Eles também apreciaram o papel do equipamento automático na redução da intensidade do trabalho e dos custos trabalhistas. De acordo com uma pesquisa realizada no setor de peças automotivas de Guangdong, 71,5% dos trabalhadores entrevistados achavam que era razoável substituir humanos por máquinas porque as máquinas representavam um progresso⁴⁸⁹.

⁴⁸⁶ FENG, Xiaojun. *The Labour Implications of Technological Upgrading in China*. Organização Internacional do Trabalho. Genebra. 2020.

⁴⁸⁷ Idem.

⁴⁸⁸ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁸⁹ Idem.

A automação afeta os trabalhadores chineses de duas maneiras. Indiretamente, pode aumentar a competência das fábricas de seus empregadores, mitigando assim o desejo dessas fábricas de deixar a China e também permitindo que subam nas cadeias de valor globais. Nesse sentido, a automação ajuda a China a reter empregos e capturar mais valor das cadeias de valor globais, o que tem potencial para beneficiar os trabalhadores. A implantação de equipamentos automáticos tem efeitos diretos mistos sobre os trabalhadores⁴⁹⁰.

A transição discursiva de "fábrica sem trabalhadores" para "robôs criam empregos" busca minimizar o efeito do deslocamento de empregos que a automação industrial traz para a China. Esses dois termos ecoam a noção de "dividendo do robô", que designa as máquinas, ao invés do trabalho humano, como a fonte de valor, marginalizando ainda mais a posição dos trabalhadores na sociedade⁴⁹¹.

À luz disso, não é surpreendente que o governo de Guangdong congelou o salário mínimo por três anos de 2015 a 2017. No entanto, uma vez que a atualização tecnológica ajuda muitas empresas a reduzir custos e aumentar os lucros, os trabalhadores devem lutar para obter uma parcela adequada do 'dividendo do robô'. Agora, para as empresas na China que já estabeleceram negociações coletivas - especialmente aquelas no lucrativo setor automotivo - aumentos salariais e redução da jornada de trabalho devem ser as principais agendas. Para a grande maioria das pequenas e médias empresas, essa demanda pode ser mais difícil de alcançar⁴⁹².

Para amortecer a pressão do desemprego de várias fontes, o Governo reforçou as políticas ativas de emprego. Para aliviar a escassez de trabalhadores qualificados, introduziu políticas para aumentar a remuneração dos trabalhadores qualificados. As políticas ativas de emprego introduzidas pelo Governo são uma resposta à intensificação do desemprego estrutural devido à atualização tecnológica e à iminente pressão do desemprego devido ao abrandamento económico.

Aumentar a conscientização dos trabalhadores sobre seus direitos pode ser o primeiro passo para o desenvolvimento de estratégias adequadas. Os trabalhadores precisam estar cientes dos impactos de longo prazo que a automação industrial pode ter sobre o trabalho. Essa consciência pode ser adquirida examinando casos anteriores. Na década de 1970, Harry Braverman revelou como o aumento da produtividade do trabalho e os níveis de consumo da

⁴⁹⁰ FENG, Xiaojun. *The Labour Implications of Technological Upgrading in China*. Organização Internacional do Trabalho. Genebra. 2020.

⁴⁹¹ HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From 'Labour Dividend' to 'Robot Dividend': Technological Change and Workers' Power in South China. *Agrarian South: Journal of Political Economy*. Publicado em 2017.

⁴⁹² YU, Huang. Robot Threat or Robot Dividend? A Struggle between Two Lines. *Chinoiserie*. Australian Centre on China in the world. Disponível em: <https://www.chinoiserie.info/robot-threat-robot-dividend/> (acesso em 20/10/2021)

classe trabalhadora têm o potencial de deixar um legado negativo para o movimento trabalhista, à medida que a classe trabalhadora sindicalizada perdia cada vez mais a vontade e a ambição de arrancar o controle da produção das mãos do capital e passou a negociar cada vez mais a parte do trabalho na produção.

A história nos mostra que a automação leva a uma mudança no tipo de mão de obra em demanda. Na maioria dos casos, a mudança resulta em mudanças nas funções existentes e na necessidade de adquirir novas habilidades. Com menos frequência, as funções existentes tornam-se redundantes e os trabalhadores devem aplicar habilidades novas e existentes em novos setores. O desligamento da força de trabalho é significativamente mais provável entre os indivíduos cujas ocupações atuais ou passadas são mais rotinizáveis. De forma encorajadora, os gastos mais elevados com programas ativos de mercado de trabalho e educação estão associados a uma probabilidade menor de que um indivíduo anteriormente empregado em um setor ou ocupação rotinizável saia da força de trabalho. Essa probabilidade também é significativamente menor nas áreas urbanas, destacando a importância do acesso a diversos grupos de empregadores para minimizar os custos de ajuste do mercado de trabalho.

A educação e o treinamento, por um lado, podem aliviar a escassez de trabalhadores qualificados e, por outro lado, ajudam a amortecer o choque tecnológico para os trabalhadores pouco qualificados, requalificando-os. A próxima seção primeiro fornece uma visão geral dos esforços da China na educação para servir à atualização tecnológica em geral. Em seguida, restringe seu foco para examinar como o sistema de educação e treinamento da China foi adaptado para atender às necessidades de habilidades do MIC 2025.

4.3. Capacitando habilidades e aprendizagem ao longo da vida para o futuro do trabalho.

A maneira como os indivíduos veem o impacto da tecnologia sobre os resultados de seus empregos geralmente está associada a seus níveis de educação. Pesquisas iniciais com trabalhadores dos EUA mostraram que, mesmo antes de o impacto da tecnologia se tornar um tópico de pesquisa da moda, as percepções de segurança no emprego tendiam a aumentar com a escolaridade. Esses resultados foram recentemente confirmados com novos dados. Os trabalhadores americanos com menor nível de escolaridade são menos otimistas sobre o

impacto da tecnologia em geral e se sentem mais vulneráveis em seus empregos do que os trabalhadores com nível superior⁴⁹³.

Pesquisas entre países também mostraram que os trabalhadores com níveis de educação mais baixos estavam mais preocupados ao pensar no futuro do trabalho do que aqueles com níveis de educação mais altos, embora a proporção de trabalhadores que estavam preocupados não ultrapassasse um em cada três trabalhadores. Além dos níveis de escolaridade, o acesso restrito à informação torna as pessoas mais preocupadas com o impacto da automação em seus empregos⁴⁹⁴.

Se a marca registrada da aprendizagem do século 20 foi o acesso à educação universitária, o século 21 enfatizará as estruturas que apoiam a aprendizagem ao longo da vida. A educação não é mais um processo linear com a finalidade de um único diploma, mas um processo contínuo e fluido que deve nos ajudar a nos adaptar às mudanças das condições tecnológicas, econômicas e sociais.

A Inteligência Artificial e a automação estão remodelando o mercado de trabalho, e assim, precisamos preparar os alunos de hoje para os empregos de amanhã e, ao mesmo tempo, ajudar a requalificação e qualificação da força de trabalho de hoje para atender aos requisitos em constante mudança. Ambas são tarefas hercúleas que exigem o fechamento da lacuna entre a educação e a indústria, bem como o desenvolvimento de uma estrutura mais sólida para o credenciamento em um cenário educacional altamente fragmentado.

Os governos e as organizações do setor privado reconheceram que a velocidade e a escala da mudança tecnológica exigem investimentos adicionais no fornecimento das habilidades certas aos trabalhadores atuais e futuros para garantir a continuação do impacto positivo da automação no emprego, na qualidade do emprego e nos salários. Um cenário de tecnologia em rápida mudança e um mercado de trabalho no qual os funcionários desejam ou devem adquirir novas habilidades continuamente para manter a relevância exigem novas abordagens para a aquisição de habilidades.

O número de alunos matriculados em instituições de ensino superior dobrou globalmente desde 2000, refletindo a demanda dos empregadores por qualificações mais altas e o desejo dos alunos de ingressarem em profissões de renda mais alta. No entanto, há sinais de que essa tendência contribuiu para a disparidade na oferta e demanda de competências. Isso deixou muitas empresas com falta de pessoal adequadamente qualificado para lucrar

⁴⁹³ MEANS, Alexander J. et al. Education for a post-work future: Automation, precarity, and stagnation. *Knowledge Cultures*, v. 5, n. 01, p. 21-40, 2017.

⁴⁹⁴ Idem.

efetivamente com a automação, e os alunos sem as qualificações que levam à segurança no emprego em empregos de renda média a alta. Governos, institutos de educação e organizações do setor privado reconheceram isso e estão trabalhando em iniciativas para melhor adequar as habilidades e qualificações à demanda do mercado, bem como incentivos e programas para aprendizagem ao longo da vida⁴⁹⁵.

A China, como um país que apresenta taxas de crescimento e modernização ímpares desde 1978, e devido ao seu amplo investimento no setor educacional, tornou-se objeto de estudo fundamental para compreender a nova dinâmica centrada em suas estratégias em relação aos investimentos em capital humano⁴⁹⁶. Na China, a expansão da educação está intimamente relacionada à industrialização, ao crescimento econômico e às demandas do mercado de trabalho. A política econômica desempenha um papel orientador especialmente importante na formação da política educacional.

A política educacional vem passando por grandes transformações na China desde o início das reformas econômicas e da política de portas abertas no final dos anos 1970. Essas reformas orientadas para o mercado e a busca por rápido crescimento econômico em uma economia globalizada impactaram significativamente a política educacional e o desenvolvimento da China. Em linha com o desenvolvimento da economia orientada para o mercado e sua crescente integração com o mercado global, uma percepção mais pragmática da educação gradualmente tomou forma na era pós-Mao, resultando na descentralização e mercantilização da educação na China. Desde 1978, três grandes ondas de reforma educacional formaram parte integrante do planejamento econômico nacional. Hoje, o sistema educacional da China é orientado para uma força de trabalho industrial em grande escala⁴⁹⁷.

Na primeira onda, ocorrida entre 1978 a 1998, o governo tornou a educação obrigatória para apoiar sua jornada em direção a uma sociedade industrial moderna. O governo deu um passo fundamental em 1985 quando propôs a introdução gradual de nove anos de educação obrigatória para crianças pela primeira vez, uma política transformada em lei no ano seguinte. Outro movimento importante foi a reintrodução do gaokao, o exame nacional de admissão à faculdade, em 1977. O teste de mérito foi introduzido em 1952 e suspenso durante a Revolução Cultural entre 1966 e 1976. O renascimento do gaokao sinalizou o compromisso da China em avaliar os alunos com base no mérito acadêmico como parte de seu esforço para dotar a

⁴⁹⁵ MEANS, Alexander J. et al. Education for a post-work future: Automation, precarity, and stagnation. *Knowledge Cultures*, v. 5, n. 01, p. 21-40, 2017.

⁴⁹⁶ LIMA, M. C.; BITTENCOURT, N. V.; COSTA, A. C. Universidades, Inovação e Automação: Um Estudo de Caso Chinês. *Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais*, v. 5, n. 3, p. 86-116, 2020.

⁴⁹⁷ Li, X., Frank, M., Qin, X., Xu, W., Cebrian, M., & Rahwan, I. (2019). Automation Impacts on China's Polarized Job Market (No. 1908.05518).

economia modernizante com o talento de que precisava. No primeiro ano, 5,7 milhões de pessoas se inscreveram para fazer o teste, apesar de apenas 273 mil vagas em universidades estarem disponíveis. A China deu ênfase significativa à reconstrução de seu sistema de ensino superior para apoiar o desenvolvimento econômico e as reformas sociais. Em 1980, o governo lançou um sistema de bacharelado, mestrado e doutorado; a cerimônia de entrega do primeiro lote de 18 doutorandos ocorreu no Grande Salão do Povo em Pequim em 1983. Durante esse período, a China também começou a descentralizar seu sistema educacional altamente centralizado. Seguindo um plano de reforma educacional publicado em 1985, o governo central começou a transferir a responsabilidade pela provisão e gestão da educação para os líderes provinciais e municipais. O governo central continuou a monitorar o sistema educacional e forneceu diretrizes básicas para o seu desenvolvimento, mas deu autoridade dos governos locais sobre financiamento e administração. A descentralização começou com a educação primária no início da década de 1980 e se ampliou para a educação superior no início da década de 1990⁴⁹⁸.

A segunda onda ocorreu entre 1999 a 2009. Nessa onda, a reforma deixou de garantir o acesso para aumentar a qualidade. O sistema *suzhi*⁴⁹⁹ foi implementado com o objetivo de ensinar aos alunos não apenas conhecimentos e habilidades, mas também como se tornarem cidadãos completos; o sistema visava diversificar a educação do ensino orientado para exames para uma experiência mais ampla que encorajasse o pensamento e o julgamento independentes. Durante essa onda, a China dedicou atenção a garantir que todas as crianças em regiões de baixa renda frequentassem a escola. No final de 2000, 85% das crianças recebiam nove anos de educação. A taxa de alfabetização entre as pessoas de 15 a 50 anos chegou a 95%. A China continuou a expandir a oferta e o acesso ao ensino superior, atendendo à demanda por ensino superior e apoiando as necessidades de rápido desenvolvimento econômico. Na década de 1990, a taxa bruta de matrícula na educação superior era de apenas 5%, muito abaixo da taxa típica de 80% nas economias avançadas durante aquele período. Mesmo em comparação com outros países em desenvolvimento, a matrícula era baixa. Por exemplo, a taxa bruta de matrícula foi de cerca de 37% na Tailândia e 20% nas Filipinas - ambas as economias com PIB per capita

⁴⁹⁸ Lee, Rosaline & Yuan, Yanyue. (2018). *Innovation Education in China: Preparing Attitudes, Approaches, and Intellectual Environments for Life in the Automation Economy*.

⁴⁹⁹ Nas últimas duas décadas, o conceito de *suzhi*, geralmente denominado "qualidade", tornou-se cada vez mais central para a dinâmica da cultura e da governança chinesa. A referência a *suzhi* justifica hierarquias sociais e políticas de todos os tipos, com as de "alta" qualidade sendo vistas como merecedoras de mais renda, poder e status do que as de "baixa" qualidade. O termo pode ser aplicado a indivíduos ou grupos de pessoas e geralmente é usado para se referir a toda a população de uma determinada nação ou região. No geral, o Partido Comunista Chinês (PCCh) reivindica cada vez mais sua própria legitimidade em termos de sua capacidade de produzir uma nação forte e poderosa, aumentando individual e coletivamente a qualidade de seus cidadãos. Durante o final da década de 1980, os reformadores da educação aceitaram esse discurso cunhando o termo "educação para a qualidade" (*suzhi jiaoyu*) e, em 1999, conseguiram que a reforma da educação em todos os níveis fosse legalmente obrigatória de acordo com esse slogan.

semelhante ao da China. Em 1999, o Ministério da Educação estabeleceu uma meta de aumentar a taxa bruta de matrícula para 15% até 2010 - a referência internacional para o ensino superior de massa. Em 1999, a matrícula disparou 48%; em 2001, a inscrição no exame de admissão gaokao subiu acima de 50% pela primeira vez⁵⁰⁰.

Por fim, a terceira onda ocorreu nos anos de 2010 a 2019. Nessa onda, o governo estabeleceu uma meta dupla de continuar a melhorar a qualidade e garantir que o sistema educacional abordasse a mudança na economia em direção a indústrias e serviços de maior produtividade. Ajustes importantes para exames e matrículas universitárias foram feitos. O Gaokao continuou sendo o principal teste para admissão na faculdade, mas mesmo antes de 2010, métodos de avaliação complementares foram testados. Em 2018, cerca de 90 universidades estavam alocando cerca de 5% das vagas usando admissões independentes. Em 2020, 35 instituições de prestígio (incluindo as universidades de Pequim e Tsinghua) conduziram o Plano de Fundação de Fortalecimento, que permitiu que alunos com desempenho excepcional em áreas específicas, incluindo matemática, medicina, física e história se apliquem. Sob este esquema, 85% do final a decisão de admissão é determinada pela pontuação gaokao e 15% por uma avaliação independente da escola. A avaliação conduzida pela Universidade de Pequim incluiu um teste escrito extra, uma entrevista e uma avaliação independente para casos especiais. Embora o desempenho do gaokao ainda desempenhe um papel central, outros elementos foram introduzidos para julgar um candidato de forma mais ampla. Outro impulso da política durante este período foi reduzir as diferenças na oferta educacional entre áreas urbanas e rurais, um desequilíbrio persistente desde 1978. Desde 2013, o Ministério da Educação tem avaliado o desequilíbrio usando indicadores como alocação de recursos, apoio público, qualidade educacional e reconhecimento social. No final de 2019, mais de 95% de todos os distritos haviam passado nessa avaliação. Outro elemento dessa onda foi o aumento do apoio governamental a instituições educacionais privadas. Em 2019, a China tinha mais de 192.000 escolas particulares, representando cerca de 36% de todas as escolas. O número de 2019 representou um aumento de mais de 60% em relação às 119.000 escolas privadas em 2010. Uma série de fatores explicam esse aumento, incluindo o fato de que a abertura do sistema para financiamento privado ajudou a aliviar a pressão sobre o orçamento do governo para a educação, ao mesmo tempo que ofereceu diversificadas opções como escolas internacionais que facilitam o aprendizado do inglês. No plano de reforma da educação de 2010, o governo tomou medidas para remover os gargalos no desenvolvimento sustentável das instituições de

⁵⁰⁰ Lee, Rosaline & Yuan, Yanyue. (2018). Innovation Education in China: Preparing Attitudes, Approaches, and Intellectual Environments for Life in the Automation Economy.

ensino privadas e ampliou esse esforço em 2016 por meio de uma lei de promoção da educação privada. Isso foi seguido por uma série de estruturas e diretrizes institucionais sobre o estabelecimento e governança de escolas privadas⁵⁰¹.

O resultado de todas as reformas é de 66% das crianças com educação obrigatória em 1978, a proporção é agora de 100%. A taxa bruta de matrícula no ensino médio mais que dobrou, passando de 41% para 95%, no mesmo período. Impulsionada pelo aumento da oferta de ensino superior, a escala da educação também se expandiu significativamente. Por exemplo, as admissões em faculdades aumentaram de 3,7 milhões em 2000 para 9,1 milhões em 2019, de acordo com o Ministério da Educação. Os alunos chineses demonstram consistentemente o desempenho acadêmico de nível superior (matemática, redação e leitura) medido pelas pontuações do SAT, a porcentagem de estudantes internacionais nas melhores universidades de graduação e pós-graduação e as pontuações do PISA. Os resultados do Programa Nacional de Inspeção de Educação Obrigatória indicam que os estudantes chineses estão alcançando um desempenho acadêmico forte e consistente em todas as disciplinas. Daqueles que se matriculam no ensino médio, aproximadamente 55% escolhem o ensino médio acadêmico e 45% se inscrevem no ensino médio profissionalizante⁵⁰².

A parcela de mulheres universitárias aumentou de 40% em 1999 para 54% em 2019, de acordo com o Ministério da Educação. Entre 2012 e 2017, as cotas de admissão para alunos da área rural aumentaram dez vezes. Esses esforços significam que o sistema é relativamente igual hoje. O sistema educacional da China também está se tornando mais conectado ao resto do mundo, com um número crescente de estudantes estrangeiros. Em 2000, 39.000 alunos foram estudar no exterior, mas apenas 9.000 voltaram naquele ano. Em 2018, 662.000 alunos estudaram no exterior e 519.000 alunos voltaram após o término dos estudos, contribuindo com seus novos conhecimentos e experiências para a economia e a sociedade de seu país. O panorama educacional da China tornou-se mais diversificado⁵⁰³.

Além da expansão de matrículas, muitas faculdades atualizaram suas ofertas de programas de acordo com o “*Made in China 2025*”, para treinar trabalhadores qualificados muito necessários. É relatado que em 2016 cerca de 240 escolas superiores profissionalizantes ofereciam programas em robótica industrial. Uma pesquisa em pequena escala conduzida em 2016 com alunos com especialização em robótica descobriu que, após a graduação, 9% deles

⁵⁰¹ Lee, Rosaline & Yuan, Yanyue. (2018). Innovation Education in China: Preparing Attitudes, Approaches, and Intellectual Environments for Life in the Automation Economy.

⁵⁰² MOK, Ka Ho; MARGINSON, Simon. Massification, diversification and internationalisation of higher education in China: Critical reflections of developments in the last two decades. *International Journal of Educational Development*, v. 84, p. 102405, 2021.

⁵⁰³ Idem.

se engajaram no projeto de sistemática robótica soluções, enquanto 63% se dedicam à instalação e manutenção de robôs⁵⁰⁴.

Em 2019, o governo emitiu um plano educacional para 2035, que prevê a melhoria da igualdade de acesso à educação, fortalecimento da educação e treinamento vocacional; tornando o ensino médio universal e garantindo o investimento sustentado em educação⁵⁰⁵. O plano também exige uma atualização substancial na qualidade dos programas de educação e treinamento vocacional, incluindo ligações mais estreitas entre as escolas e a indústria. O plano cria programas de graduação em ciências aplicadas em todo o país; está testando 50 programas de graduação aplicada de 2020 a 2022, com o objetivo de expandi-los ainda mais após esse ponto. Os programas premiarão os alunos com um diploma e um diploma vocacional. O plano ainda visa elevar o status da educação profissional, uma tentativa de erradicar uma mentalidade comum de que a educação profissional é uma “segunda escolha” para um grau acadêmico⁵⁰⁶.

Não existe um currículo nacional para escolas profissionais na China. Geralmente, o currículo é baseado na escola e tem três fases: cursos teóricos; cursos básicos especializados, que abordam uma ampla área ocupacional; e cursos especializados, que ensinam sobre uma indústria específica, geralmente desenvolvidos com base em contextos locais. Em 2020, o governo emitiu pela primeira vez um conjunto de padrões curriculares para escolas secundárias vocacionais com o objetivo de destacar a conexão entre o conteúdo acadêmico e as necessidades ocupacionais. Em geral, as escolas orientam o currículo e o ensino, em vez de depender da cooperação da indústria para garantir que as aulas sejam rigorosas e relevantes⁵⁰⁷.

A China administra o maior sistema de educação e treinamento vocacional do mundo, com mais de 15.000 instituições vocacionais nos níveis secundário e pós-secundário combinados. O sistema de educação e treinamento vocacional desenvolveu-se rapidamente em um período relativamente curto de tempo e a China fez investimentos significativos para modernizar suas ofertas. No entanto, os desafios permanecem, incluindo a necessidade de ampliar o escopo do currículo, fortalecer as conexões com a indústria e criar caminhos para a educação continuada. O plano de educação para 2035 exige uma série de esforços para aumentar as inscrições nas escolas vocacionais e fortalecer a qualidade. Na China, a educação profissionalizante é oferecida por meio de escolas secundárias e instituições pós-secundárias

⁵⁰⁴ WANG, Jian; WU, Huiqin; CHEN, Yan. Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. *International Journal of Production Economics*, v. 224, p. 107539, 2020.

⁵⁰⁵ Idem.

⁵⁰⁶ WANG, Jian; WU, Huiqin; CHEN, Yan. Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. *International Journal of Production Economics*, v. 224, p. 107539, 2020.

⁵⁰⁷ Idem.

separadas. Em 2020, cerca de 40% dos alunos do ensino médio optaram por escolas profissionais em vez de escolas acadêmicas⁵⁰⁸.

O país desenvolveu seu sistema de educação e treinamento vocacional por meio de um conjunto de iniciativas governamentais do final da década de 1970 até o final da década de 1990, todas buscando padronizar e promover o ensino profissionalizante como um apoio à economia do país. O governo continua a fornecer subsídios aos alunos em escolas vocacionais nacionais e provinciais e garante que os professores permaneçam atualizados em seus respectivos setores, exigindo que eles passem um mês em um local de trabalho do setor a cada ano. O governo nacional também promove a contratação de professores vocacionais de meio período que também atuam na indústria⁵⁰⁹.

Nos últimos anos, o governo chinês aumentou substancialmente o financiamento para o sistema de educação e treinamento vocacional: o investimento em melhorias aumentou 40% de 2014 a 2018. O investimento geral no sistema de educação e treinamento vocacional secundário também aumentou de forma constante, incluindo um aumento de 6,6% de 2018 a 2019⁵¹⁰.

A supervisão da educação e treinamento vocacional é complexa. Os dois administradores principais são o Ministério da Educação, que se concentra na educação profissional e técnica, e o Ministério de Recursos Humanos e Previdência Social, que se concentra no treinamento de habilidades para jovens e adultos. No entanto, outras entidades governamentais também estão envolvidas. No Ministério da Educação, o sistema de educação e treinamento vocacional é dividido entre o Departamento de Ensino Superior e o Departamento de Educação Profissional e de Adultos. O Instituto Central de Educação Profissional e Técnica, ligado ao Ministério da Educação, fornece assessoria política ao Ministério. O Departamento de Capacitação Ocupacional do Ministério de Recursos Humanos e Segurança Social é responsável pela administração de programas de educação e treinamento vocacional em faculdades técnicas e escolas de trabalhadores qualificados, que fornecem treinamento conducente à certificação em profissões especializadas. O Departamento de Capacitação Ocupacional também é responsável por desenvolver padrões de habilidades ocupacionais, avaliar qualificações de habilidade e emitir licenças ocupacionais. Nos últimos anos, o Conselho de Estado e o Ministério da Educação têm feito investimentos coordenados para incentivar as matrículas na educação profissional, a fim de garantir que os jovens de áreas

⁵⁰⁸ GUO, Dong; WANG, Anyi. Is vocational education a good alternative to low-performing students in China. *International Journal of Educational Development*, v. 75, p. 102187, 2020.

⁵⁰⁹ Idem

⁵¹⁰ Ibidem.

pobres tenham as habilidades técnicas de que precisam para ter sucesso no mercado de trabalho⁵¹¹.

Em geral, os alunos chineses podem optar por seguir a educação profissionalizante no final do ensino médio, por volta dos 15 anos, embora algumas escolas rurais ofereçam programas profissionais no ensino médio. Os alunos entram no programa após fazerem o exame de admissão ao ensino médio; em geral, os candidatos a escolas de ensino médio profissionalizante têm notas mais baixas no exame do que os candidatos a escolas acadêmicas. As opções de programas de segundo grau incluem: 1) escolas vocacionais e técnicas especializadas que oferecem programas de certificação de três ou quatro anos em uma ampla variedade de campos, incluindo educação; 2) escolas de trabalhadores qualificados, que oferecem programas de formação de dois anos para técnicos iniciantes e intermediários; e 3) escolas secundárias vocacionais, que oferecem treinamento para o setor de serviços. As escolas especializadas são a opção mais procurada pelos alunos. A maioria dos graduados dos programas de ensino médio vai diretamente para o mercado de trabalho⁵¹².

Até 2022, a China pretende transformar universidades selecionadas em instituições “práticas” - Universidades de Ciências Aplicadas - onde os alunos podem adquirir um diploma de bacharel mais uma série de certificados de habilidades ocupacionais, um mecanismo conhecido como modelo “1 + X”. Ao longo de cinco a dez anos sob o plano, o sistema de ensino profissionalizante mudará gradualmente de um projetado em grande parte pelo governo para um impulsionado pelo mercado. As empresas são fortemente encorajadas a apoiar o desenvolvimento da educação profissional, inclusive por meio do estabelecimento de bases de treinamento prático. O plano incentiva as instituições vocacionais chinesas a aprender com a Alemanha, Japão e Suíça para este modelo⁵¹³.

No estágio atual, existe uma lacuna de qualificação proeminente entre o conhecimento ensinado pelas escolas profissionais e a prática, a inovação necessária para acompanhar o rápido crescimento econômico, portanto, as empresas ainda precisam gastar tempo e dinheiro treinando os graduados. Esse esforço extra está diminuindo o entusiasmo das pequenas e médias empresas em cooperar com as escolas. Além disso, os lucros limitados e a alta rotatividade de funcionários também são vistos como obstáculos à integração da produção e da educação⁵¹⁴.

⁵¹¹ WANG, Jian; WU, Huiqin; CHEN, Yan. Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. *International Journal of Production Economics*, v. 224, p. 107539, 2020.

⁵¹² *Ibidem*.

⁵¹³ *Ibidem*.

⁵¹⁴ *Ibidem*.

Enquanto isso, a “Iniciativa nova rota da seda” da China estimula um aumento na demanda por profissionais qualificados. Alguns gigantes da área já estão de olho nesse mercado. Por exemplo, o grupo educacional líder mundial, Pearson, está expandindo seus negócios no setor de treinamento vocacional orientado para o mercado na China. Dada a extrema influência da política governamental no desenvolvimento da China, os fortes movimentos do país irão de fato acelerar a reforma do ensino profissionalizante⁵¹⁵.

Em 2019 foi determinado pelo governo chinês que as políticas de subsídio à formação profissional por parte dos governos locais serão apoiadas e todos os trabalhadores elegíveis podem fazer programas de formação profissional e receber subsídios. As escolas profissionais foram incentivadas a expandir sua formação para abranger mais pessoas, enquanto as empresas e as agências de formação social receberam apoio para o lançamento de cursos de capacitação em competências profissionais⁵¹⁶.

De acordo com um plano de treinamento em larga escala, 50 milhões de pessoas receberão qualificação profissional até 2025. O treinamento terá como alvo principal os trabalhadores e atenderá às necessidades dos principais grupos de emprego e trabalhadores em situação de pobreza. O apoio será concedido a pequenas e microempresas para ajudá-las a promover o treinamento prático e a capacitar os trabalhadores necessitados que aguardam transferência de emprego. Os funcionários de setores de alto risco devem receber mais treinamento em técnicas de segurança no local de trabalho. As prioridades dos investimentos foram para escolas profissionais de alta qualidade, setores onde os trabalhadores qualificados estão em extrema escassez e em regiões atingidas pela pobreza. Planos especiais de inscrição serão feitos para veteranos, demissões, trabalhadores migrantes e novos tipos de agricultores qualificados. Em particular, as pequenas e médias empresas estiveram entre os principais beneficiários de medidas favoráveis, como aumento de empréstimos e cortes de impostos para que as que investissem que requalificação profissional. Entre todas as ofertas de programas em instituições de ensino profissionalizante na China, programas em manufatura e em eletrônica e informação são as duas categorias principais mais relacionadas ao “Made in China 2025”⁵¹⁷

O objetivo da atual política de subsídios à formação profissional é formar trabalhadores com níveis intermédios ou avançados de competências de que as empresas necessitam. As

⁵¹⁵ GUO, Dong; WANG, Anyi. Is vocational education a good alternative to low-performing students in China. *International Journal of Educational Development*, v. 75, p. 102187, 2020.

⁵¹⁶ *Future of work requires employees with future skills now*. South China Morning Post. <https://www.scmp.com/presented/business/topics/redefining-hong-kong/article/3132151/future-work-requires-employees> (acesso em 20/10/2021)

⁵¹⁷ *Reskilling China: Transforming the world's largest workforce into lifelong learners*. Instituto McKinsey. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/reskilling-china-transforming-the-worlds-largest-workforce-into-lifelong-learners> (acesso em 20/10/2021)

empresas conduzem este sistema de aprendizagem com a ajuda de instituições de ensino ou formação profissional; selecionam aprendizes entre seus novos funcionários para serem reposicionados; tanto as empresas quanto as instituições colaborativas de ensino e treinamento fornecem supervisores para os aprendizes; o treinamento deve ser agendado de forma flexível para acomodar o plano de produção das empresas e o tempo de trabalho dos aprendizes; o treinamento dura normalmente de um a dois anos e pode ser estendido para três anos em casos excepcionais; as empresas pagam aos aprendizes não menos do que o salário mínimo local e também as taxas de formação a colaboradores externos de formação. Para motivar as empresas a adotar este sistema de aprendizagem, o governo subsidia pelo menos 4.000 RMB por aprendiz por ano sob este sistema⁵¹⁸.

O Governo incentiva o capital privado a investir na educação e formação profissional e permite que as instituições privadas de formação se envolvam na avaliação e certificação das competências profissionais. De acordo com o Plano de Implementação da Reforma da Educação Profissional Nacional, as empresas que se envolvem ativamente na colaboração com escolas profissionais têm acesso a um pacote de incentivos relativos à angariação de fundos, subsídios governamentais, uso do solo, construção de crédito e redução de impostos. O Plano também deixa claro que as instituições de formação selecionadas (públicas ou privadas) podem desenvolver critérios para os níveis de habilidade profissional e ser responsáveis pelo exame, avaliação e certificação de habilidades profissionais⁵¹⁹.

Na prática, a fim de colmatar a lacuna de talentos e reposicionar os trabalhadores despedidos em meio à atualização tecnológica, alguns empregadores participam ativamente de treinamentos no local de trabalho. É relatado que algumas fábricas que introduziram robôs no chão de fábrica convidaram engenheiros externos para treinar trabalhadores que foram despedidos para operar e reparar esses robôs. Mas parece que o treinamento no local de trabalho desempenha um papel menor na preparação de talentos experientes em robôs. De acordo com uma pesquisa realizada por uma escola profissionalizante em Guangdong, dos trabalhadores qualificados relacionados com o funcionamento de robôs industriais em empresas, apenas 12,3% eram funcionários titulares de qualificação ou requalificação. Por último, mas não menos importante, o governo introduziu políticas seriais para promover o treinamento de trabalhadores camponeses, trabalhadores redundantes em indústrias que estão reduzindo a sobrecapacidade e

⁵¹⁸ Reskilling China: Transforming the world's largest workforce into lifelong learners. Instituto McKinsey. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/reskilling-china-transforming-the-worlds-largest-workforce-into-lifelong-learners> (acesso em 20/10/2021)

⁵¹⁹ GUO, Dong; WANG, Anyi. Is vocational education a good alternative to low-performing students in China. *International Journal of Educational Development*, v. 75, p. 102187, 2020.

recém-formados desempregados, usando as contribuições do seguro-desemprego para subsidiar o treinamento. Os trabalhadores que são despedidos durante a atualização tecnológica podem se beneficiar dessas políticas⁵²⁰.

Em março de 2014, foi publicado o Plano para Melhorar as Competências Profissionais dos Trabalhadores Camponeses. De acordo com este plano, o Governo iria coordenar os serviços de formação de todas as esferas de instituições de formação para garantir que todos os anos, sete milhões de oportunidades de formação profissional fossem fornecidas em toda a sociedade para os trabalhadores camponeses recém-agregados à força de trabalho, três milhões de treinamentos de habilidades específicas para trabalhadores camponeses já empregados e um milhão de treinamentos de empreendedorismo de tempo pessoal para trabalhadores camponeses que desejam abrir seus próprios negócios. Em janeiro de 2019, o foi publicado o Plano de Melhoria das Competências Profissionais dos Trabalhadores Camponeses da Nova Geração (2019–2022). O plano é uma resposta às necessidades de qualificação das principais indústrias manufatureiras, modernas indústrias de serviços, em que o governo fornecerá mais subsídios para expandir o treinamento para os trabalhadores camponeses da nova geração, popularizando este tipo de treinamento até o final de 2022⁵²¹.

A requalificação profissional é de suma importância no contexto de transformação tecnológica. Até 2030, até 220 milhões de trabalhadores chineses podem precisar fazer a transição entre ocupações, ou 30% da força de trabalho. Em um cenário de automação de ponto médio, cerca de 516 bilhões de horas de trabalho, ou 87 dias por trabalhador médio, podem precisar ser redistribuídas até 2030. As transições do mercado de trabalho e de habilidades provavelmente serão particularmente desafiadoras para os migrantes rurais-urbanos da China, que totalizaram 291 milhões em 2019 e podem chegar a 331 milhões em 2030, à medida que a China continua a se urbanizar. Por causa do sistema de registro familiar da China, muitos migrantes não têm acesso a serviços, incluindo saúde, educação e programas de treinamento. Uma atenção especial deve ser dada para ajudar os trabalhadores migrantes a fazer as transições necessárias⁵²².

Nos últimos 30 anos, enquanto a China fez muito progresso na oferta de educação para todos, o foco agora precisa ser ir além das escolas para garantir que toda a população da China tenha as habilidades de que precisam. O sistema de desenvolvimento de habilidades pode

⁵²⁰ CHEN, Zhiwei; LIU, Ying. The different style of lifelong learning in China and the USA based on influencing motivations and factors. *International Journal of Educational Research*, v. 95, p. 13-25, 2019.

⁵²¹ Idem.

⁵²² *Reskilling China: Transforming the world's largest workforce into lifelong learners*. Instituto McKinsey. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/reskilling-china-transforming-the-worlds-largest-workforce-into-lifelong-learners> (acesso em 20/10/2021)

encorajar o desenvolvimento de novas plataformas e locais de treinamento flexíveis fora do sistema escolar para atender a uma variedade de objetivos de aprendizagem. As instituições privadas e os empregadores podem desempenhar um papel importante no preenchimento de lacunas e na expansão do acesso a todos.

O conteúdo da educação e de qualquer treinamento expandido do trabalhador precisa corresponder melhor às necessidades da sociedade. Em uma sociedade industrial, a alfabetização básica e a capacidade de seguir instruções predefinidas costumavam ser suficientes. Agora, na economia em mudança da China, as fronteiras entre os setores estão confusas e a natureza do trabalho está continuamente sendo reinventada. Mais do que nunca, portanto, as pessoas precisam lidar com situações ambíguas e complexas nas quais não há instruções claras a serem seguidas. Conhecimento e habilidades podem ficar desatualizados rapidamente, e o conteúdo de desenvolvimento de habilidades precisa equipar alunos e trabalhadores com capacidades mais amplas e flexíveis - continuamente atualizadas - se eles quiserem atender à demanda em constante mudança. A demanda por habilidades cognitivas superiores (como pensamento crítico e tomada de decisão), sociais e emocionais (como habilidades interpessoais e liderança) e habilidades técnicas (como análise de dados avançada) aumentará.

A geografia, o tempo e o dinheiro atualmente restringem a capacidade de aprender. No entanto, para requalificar a China de forma eficaz, o acesso à educação e ao desenvolvimento de habilidades precisa ser onipresente. Requalificar toda uma força de trabalho, é claro, não é pouca coisa e não é responsabilidade de nenhuma das partes. O sucesso depende do apoio de uma complexa rede de instituições, do governo à indústria e à academia. Ainda assim, as empresas de tecnologia podem desempenhar um papel mais proativo, considerando os seguintes fatores. Apesar da crença comum de que o processo de requalificação pode ser difícil para trabalhadores que tiveram exposição limitada à tecnologia digital, grande parte do treinamento é bastante simples - e bem-sucedido.

CONCLUSÃO

A economia chinesa fez um enorme progresso nos últimos 40 anos, principalmente graças aos esforços bem-sucedidos de reforma, que são, eles próprios, o resultado de avanços teóricos e do desenvolvimento de novos sistemas. Instituir a reforma econômica em um país com uma população de mais de um bilhão requer orientação teórica e comando unificado. Também requer a formulação de diretrizes e políticas claras, que devem ser testadas antes de serem implementadas.

Desde 1978, a China tem promovido continuamente a transformação e atualização industrial, melhorou a eficiência econômica industrial e melhorou continuamente a qualidade do desenvolvimento industrial, proporcionando um impulso duradouro para promover o crescimento econômico. Na fase inicial da reforma e abertura, a industrialização da China começou a partir da industrialização rural, aproveitando ao máximo as vantagens do trabalho, priorizando o desenvolvimento de indústrias de mão-de-obra intensiva com baixos limites de tecnologia e capital. Criou muitas oportunidades de emprego em indústrias de mão-de-obra intensiva, com alta demanda de mão de obra, baixa qualificação e conexões estreitas com a agricultura. As empresas rurais (TVEs) são exemplos típicos.

Com a entrada de capital estrangeiro e o desenvolvimento de empresas privadas, a China empreendeu um grande número de indústrias de mão-de-obra intensiva transferidas de economias desenvolvidas, expandindo ainda mais a escala de empregos industriais. Assim, o desenvolvimento econômico chinês passou por uma transição da industrialização com mão-de-obra intensiva para a industrialização que se aprofundou no capital tecnológico nos últimos anos. Dito de outra forma, a transição de uma industrialização intensiva em trabalho para uma industrialização que aprofunda o capital é consistente com a priorização da nova linha de política, que coloca o aumento da remuneração do trabalho no mesmo nível do crescimento do emprego e da produtividade.

Confrontada com o desafio da nova revolução tecnológica no mundo, a China está se esforçando para acompanhar os desenvolvimentos mundiais e reduzir a lacuna entre ela e os países estrangeiros avançados em certas áreas que afetam de maneira vital os desenvolvimentos futuros em ciência, tecnologia e economia, aproveitando as vantagens derivadas.

A ciência e a tecnologia são forças cardeais no desenvolvimento econômico bem-sucedido, e as capacidades científicas e tecnológicas, particularmente a força de alta tecnologia, estão entre os indicadores mais importantes da força nacional abrangente. Tanto os países

desenvolvidos quanto alguns em desenvolvimento atribuem importância à P&D e à sua industrialização nas áreas de microeletrônica, computadores, telecomunicações, novos materiais sintéticos, biotecnologia, tecnologia espacial, tecnologia de energia nuclear e assim por diante. Vários países estabeleceram um conjunto de políticas e medidas para promover a transferência de tecnologia e a industrialização de alta tecnologia de acordo com suas particularidades internas. Nos últimos anos, a China tem sido um deles. As particularidades relativas internas da China devem ser vistas no contexto de uma economia em desenvolvimento que realiza a integração de uma economia planejada com as forças de mercado.

Um indicador chave da ascensão da China em ciência e tecnologia (C&T) são seus gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D). O investimento chinês em P&D cresceu notavelmente nas últimas duas décadas, com a taxa de crescimento muito superior à dos EUA e da União Europeia. A partir da década de 1980, a China formulou uma série de programas gerais de P&D científico e tecnológico, com o objetivo estratégico de melhorar a competitividade da China em ciência e tecnologia no século XXI. O Programa de P&D de Tecnologias Chaves, o Programa 863 e o Programa 973 formaram o corpo principal dos programas estaduais de ciência e tecnologia. Os programas Spark e Torch foram importantes para aumentar a força da China nessa área. Com o sucesso de tais planos, a transformação do sistema nacional de inovação se tornou um passo importante em direção a uma renovação necessária do modelo de crescimento. O desenvolvimento de tecnologia e a inovação apareceram com destaque nos últimos planos quinquenais.

Grande parte da abordagem da China à IA é antiga no sentido de que é consistente com os planos anteriores de ciência e tecnologia. O apoio do governo chinês ao desenvolvimento de IA, ênfase na inovação local e priorização de tecnologias de ponta remonta a fevereiro de 2006, quando o Conselho de Estado emitiu seu “Plano Nacional de Médio e Longo Prazo (MLP) para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006 -2020). Na época, o MLP era o plano de ciência e tecnologia mais ambicioso de Pequim até o momento. Alocou financiamento de longo prazo para pesquisa científica, estimado em RMB 500 bilhões (US \$ 75 bilhões), e lançou dezesseis megaprojetos nacionais para o desenvolvimento de ciência e tecnologia de vanguarda. O plano também continha uma meta explícita para fortalecer a inovação local. A estrutura do MLP e os frutos colhidos em quase uma década, provaram ao governo a importância de se investir pesadamente em inovação industrial e desenvolvimento de novas tecnologias.

Com o crescimento contínuo, o país corre o risco de cair na armadilha da renda média, um problema que muitos países em desenvolvimento enfrentaram quando o aumento dos salários corroeu sua vantagem comparativa, tornando-os incapazes de competir com o

produtividade e inovação das economias avançadas. Nos últimos anos, a armadilha da renda média tem sido cada vez mais discutida no contexto da China, que costumava constituir grande parte dos pobres do mundo, mas agora é responsável por uma fatia cada vez maior da classe média mundial. Desde o início das reformas de mercado em 1978, a China teve um crescimento médio do PIB de quase 10% ao ano - a expansão sustentada mais rápida por qualquer grande economia da história - e tirou centenas de milhões de pessoas da pobreza. Embora muitos países nas últimas décadas tenham saído da pobreza para entrar na categoria de renda média, muito poucos deram o salto adicional para o status de renda alta. Embora muitas dessas histórias de crescimento, especialmente aquelas no Leste Asiático, ofereçam lições relevantes para o continente chinês, a história de crescimento da China é única. Ela aponta três fatores que determinarão a capacidade da China de evitar a armadilha da renda média: capital humano, estrutura de exportação e produtividade.

O governo percebeu a necessidade de cultivar novos métodos para manter o ímpeto econômico, à medida que o investimento e as exportações em que a economia se baseou fortemente na última década estão começando a atingir seus limites. O país colheu todos os frutos mais acessíveis para o avanço de sua tecnologia, como a simples transferência de tecnologia da importação de maquinários e as fases iniciais da reforma econômica por meio da mercantilização. Para alcançar um status de alta renda, o país terá de cultivar novas fontes de crescimento associadas à inovação e ao progresso tecnológico e, em vez disso, acelerar a reestruturação industrial.

A iniciativa "Made in China 2025" (MIC2025) lançada em maio de 2015, foi vista como uma forma do país escapar da armadilha, enfatizando ainda mais a necessidade de inovação local para reduzir sua dependência de outros países para fabricação de alta qualidade. O plano visou transformar o país de um fabricante de baixo custo para ganhar know-how e se tornar um produtor de alta qualidade ao alcançar a liderança em robótica, tecnologia da informação e energia limpa. O foco do MIC2025 está em todo o processo de fabricação, incluindo inovação e mecanismos de mercado. Portanto, há uma forte ênfase no processo de fabricação nacional onde se deseja aumentar a produção, não só dos componentes essenciais, mas também do produto final. Em um momento em que a economia da China está desacelerando, a adoção de tecnologias emergentes é vista como um meio para sustentar e atualizar o crescimento. Como demonstrado, a busca por avanços na manufatura inteligente é vital para garantir a competitividade futura no cenário de uma nova revolução industrial. Em um mundo no qual a tecnologia e a inovação se tornaram altamente globalizadas, a China buscou a "autossuficiência" em tecnologias essenciais em uma série de setores prioritários. Implícita e

frequentemente de forma bastante explícita, o objetivo da China de se tornar uma superpotência manufatureira implica a ambição não apenas de alcançar outras economias avançadas, mas de superá-las e deslocá-las para alcançar uma posição dominante nessas indústrias em todo o mundo.

Enquanto a China busca um novo modelo de crescimento, o país precisa enfrentar os ventos contrários demográficos do envelhecimento da população. A população em idade ativa da China diminuiu desde o pico em 2011 e as Nações Unidas prevêem que esse declínio acelere nas próximas décadas. Essa mudança demográfica afetará tanto o crescimento econômico geral quanto o ritmo dos ganhos do RNB per capita, ao diminuir a taxa de participação da força de trabalho. Há sinais de que isso já está acontecendo, já que a população empregada da China encolheu ano a ano em 2018 pela primeira vez na história - algo que só aconteceu nos vizinhos da China depois que eles já haviam atingido altos níveis de renda.

Contudo, fomentar a inovação industrial no atual estágio do país significa investimentos massivos em robotização das fábricas e no desenvolvimento de inteligência artificial. Em todo o mundo, o trabalho está mudando à medida que a digitalização e a automação se espalham, e muitos milhões de pessoas precisarão aumentar e atualizar suas habilidades. Enquanto a China busca sustentar o crescimento econômico, a maneira como ela aproveita a automação será crucial para sua competitividade econômica de longo prazo.

O recente progresso tecnológico foi saudado por algumas pessoas como uma nova revolução industrial, a quarta desde o século XVIII. A implantação de novas tecnologias acarreta implicações sociais abrangentes. Avanços recentes em robótica e inteligência artificial levantaram preocupações de que a automação está colocando uma parcela cada vez maior de empregos em risco e reduzindo salários. No entanto, na medida em que a automação é uma tecnologia que economiza trabalho, a ameaça da automação pode enfraquecer o poder de barganha dos trabalhadores e, assim, restringir os aumentos salariais, mesmo se os robôs não forem realmente adotados. A história do impacto da automação no mercado de trabalho tem sido de "destruição criativa", um mantra ao qual muitos economistas aderem hoje. Aqueles que prevêem que a próxima onda de automação será diferente apontam para a natureza distinta dos avanços tecnológicos atuais. Robôs e algoritmos, por exemplo - estão replicando uma gama mais ampla de capacidades humanas e integrando-as com mais perfeição do que nunca. Os termos "inteligência artificial" e "aprendizado de máquina" sugerem o que há de novo: a tecnologia está adquirindo e refinando capacidades cognitivas que eram consideradas exclusivamente humanas e está ultrapassando os humanos em tarefas cada vez mais complexas.

A opção de automatizar pode se tornar particularmente atraente quando as empresas enfrentam um mercado de trabalho restrito, no qual é difícil contratar trabalhadores sem aumentos salariais substanciais. Em particular, a transformação tecnológica, junto com outros grandes processos como a transição demográfica, as mudanças climáticas e a globalização, está remodelando o futuro do trabalho.

A preocupação não é apenas a perda líquida de empregos, mas a crescente polarização salarial entre aqueles que produzem ou possuem a nova tecnologia, ou cujas habilidades de ponta são complementadas por essa tecnologia, e as massas que estão presas competindo e reduzindo os salários pelos empregos que permanecem. A escassez de mão-de-obra em algumas categorias de empregos qualificados coexistirá com um excedente de mão-de-obra e pressão descendente sobre os salários fora dessas categorias. A polarização do trabalho se aprofunda, com arranjos de trabalho atípico (trabalho temporário, contratado e de meio período) se tornando cada vez mais a nova norma. Apesar da polarização dos empregos ser um fenômeno com maior incidência em países de renda alta, como Estados Unidos e Alemanha, foi identificado um aumento do fenômeno na China após sua entrada na OMC e conseqüentemente, no período de maior investimento em P&D.

Em um mundo globalizado onde a produção é organizada em commodities globais ou cadeias de valor ou redes de produção globais que abrangem vários países, a inovação é um processo global e local: requer estratégias globais para garantir matérias-primas e mão de obra, para conquistar mercados para exportação e para suprimir a competição de outras economias e no caso chinês, é facilitado pelo Estado e instituições multilaterais nacionais ou regionais. Diante disso, faz sentido examinar as implicações sociais do desenvolvimento tecnológico em uma área geograficamente delimitada e, ao mesmo tempo, compreender o desenvolvimento tecnológico em nível de área em um cenário global.

A justificativa da atualização tecnológica e social na China só pode ser entendida em um contexto de reequilíbrio econômico e social do país em resposta às mudanças nos fatores econômicos e políticos no país e no exterior. Até que ponto a China pode reequilibrar sua economia e sociedade depende, em grande parte, de até que ponto ela pode alcançar atualização tecnológica e social no futuro. Nos próximos 10 a 15 anos, a China deve erradicar 100 milhões de empregos graças ao rápido avanço da robótica e da inteligência artificial nos locais de trabalho. A automação se tornou uma ferramenta estratégica para a China na redução da migração externa de fábricas, visto que os salários do país estão aumentando e tem se tornando mais difícil competir com a mão de obra barata dos países vizinhos.

Empréstimos a juros baixos, redução de impostos e outros incentivos estão sendo oferecidos para encorajar as empresas e fábricas a implementarem robôs e inteligência artificial em seus processos. Os governos locais na China também estão oferecendo subsídios generosos e opções de financiamento. A província de Guangdong, por exemplo, prometeu cerca de US \$ 138 bilhões (943 bilhões de yuans) para expandir a indústria local de robótica e incentivar as empresas a se automatizarem. Dongguan substituiu 200.000 trabalhadores por robôs e investiu quase \$ 30 milhões (200 milhões de yuans) em automação. Além de um financiamento doméstico atraente, a China buscou adquirir empresas estrangeiras de robótica e IA para acelerar sua transição para a automação. Este esforço é condizente com o que foi delineado no MIC 2025, que destacou o apoio do governo para que as empresas possam realizar fusões, investimento de capital e investimento de capital de risco no exterior. Uma dessas aquisições foi a do fabricante de eletrodomésticos Midea da empresa alemã de robótica KUKA em 2017. Os investimentos em infraestrutura, principalmente na forma de parques industriais, também fazem parte do plano da China. Até agora, foram construídos mais de 40 parques industriais especializados em IA ou robótica.

Para entender por que o impacto da tecnologia pode ser diferente na China, deve-se reconhecer que, além da mudança tecnológica, várias outras forças fundamentais também estão afetando a natureza do trabalho, especificamente a globalização, a mudança estrutural e a oferta de habilidades. Quando os países se especializam em cadeias de valor globais, espera-se que as tarefas intensivas de rotina sejam terceirizadas de países com salários altos e transferidas para países com salários baixos. Assim, ao se especializar em operações de montagem, a China pode ter aumentado sua demanda por tarefas rotineiras. Como país em desenvolvimento, a China passou por mudanças estruturais que reduziram os empregos na agricultura e aumentaram os empregos na indústria. Mas, de longe, a mudança mais dramática foi o crescimento constante dos empregos no setor de serviços. Mudanças na demanda por bens e serviços alteram a demanda por diferentes tipos de tarefas de trabalho. No que diz respeito às soluções para sincronizar a atualização tecnológica e social, a abordagem keynesiana sustenta que o desemprego trazido pela automação persistirá, a menos que o Estado intervenha.

Dado tal contexto, é de extrema importância analisar e estudar as implicações trabalhistas da atualização tecnológica na China, mapeando-as de uma forma multidimensional, incluindo a atualização de processos (que vai muito além dos robôs e inteligência artificial), as implicações abrangentes de atualização tecnológica para o emprego e as condições de trabalho em escala nacional, além dos esforços de múltiplas partes interessadas para sincronizar a atualização tecnológica e social. O debate sobre o futuro do trabalho é fundamental para o

desenvolvimento de uma legislação regulatória, que seja adequada para a relação de trabalho típica e que não se torne obsoleta em termos de proteção à classe trabalhadora.

Para promover o desenvolvimento de mão de obra qualificada, a China orientou seu sistema educacional para priorizar a alta proficiência em ciência, tecnologia e engenharia. Uma ferramenta para proteger os trabalhadores e prevenir o desemprego generalizado é a educação e o governo chinês emitiu várias diretrizes de política para esse fim. Essas reformas aceleraram o desenvolvimento de uma força de trabalho altamente qualificada. O investimento em capital humano é fundamental, pois existe uma forte correlação entre educação de qualidade e desempenho econômico. O país tem realizado um esforço para reformar os currículos das escolas profissionalizantes para permitir que os trabalhadores operem em ambientes altamente automatizados, além de oferecer incentivos fiscais para que as empresas privadas ofereçam requalificação profissional aos trabalhadores que forem deslocados em decorrência da implementação de sistemas digitalizados.

Para requalificar a China de forma eficaz, o acesso à educação e treinamento deve ser onipresente. Em um sistema transformado, quase toda a força de trabalho poderia participar de programas de requalificação, vias vocacionais competitivas seriam mais amplamente disponíveis e o sistema reduziria as lacunas de oferta entre aqueles que vivem nas cidades e aqueles que vivem no campo. Os sistemas de educação e desenvolvimento de habilidades da China enfrentam vários desafios que precisarão ser superados se quiserem se adequar a uma economia dinâmica, em rápida evolução e em modernização. O treinamento vocacional e no trabalho são limitados em escopo e há, como o governo parece desejar, um amplo escopo para expandir a oferta. A qualidade e o caráter do conteúdo educacional precisam ser melhorados e ajustados, e o acesso à educação e ao treinamento é necessário para todos - independentemente do que ganhem e onde quer que vivam.

Gerenciar uma transformação na escala necessária é um grande desafio que envolve toda a sociedade chinesa e, sem dúvida, faz sentido minimizar qualquer interrupção e consequências indesejadas estabelecendo as melhores práticas em pilotos de escala relativamente pequena antes de expandir para o nível nacional. Dada a variedade de desenvolvimento econômico, estrutura da indústria, dotação de recursos educacionais, presença de empregadores locais e aceitação de estudantes e trabalhadores em várias geografias e setores, será útil acumular experiência de pilotos e experimentos, facilitar a aprendizagem para diferentes partes interessadas, e discutir como dimensionar aqueles que alcançaram alto impacto.

Por causa da escala absoluta da China, cerca de um terço das transições ocupacionais globais necessárias para o futuro do trabalho podem ser no país e as melhores práticas e modelos oferecerão um ponto de referência útil para outras economias em como lidar com o deslocamento de seus trabalhadores em decorrência da tecnologia.

BIBLIOGRAFIA

ARBIX, Glauco et al. *Made in China 2025 e Industrie 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação*. Tempo Social, 30(3), 143-170. 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/144303>

AUTOR, David H. *Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth*. National Bureau of Economics Research. Working Paper 20485. 2014.

_____, David H. *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings*. Massachusetts: The Center For American Progress And The Hamilton Project, 2010. 48 p.

_____, David H. *Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation*. Journal of Economic Perspectives. MIT. Vol nº 29. 2015. Pg 3–30.

_____, David H.; DORN, David; HANSON, Gordon H. *Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets*. The Economic Journal 125 (584): 621–646. Publicado em abril de 2013.

BAUM, Richard. *China's Four Modernizations: The New Technological Revolution*. Publicado em 2019. Pg 15-25

BITZINGER, Richard A.; RASKA, Michael. *Capacity for Innovation: Technological Drivers of China's Future Military Modernization. The Chinese People's Liberation Army in 2025*.

BRANDT, Loren; RAWSKI, Thomas G. *Chinas's Great Economy Transformation*. Nova York. Cambridge University Press. Publicado em 2008. p. 593-594.

BRAVERMAN, Harry. *Trabalho e capital monopolista*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. p. 156

BROWN, Ronald C., *Made in China 2025: Implications of Robotization and Digitalization on MNC Labor Supply Chains and Workers' Labor Rights in China*. Tsinghua China Law Review 186. Publicado em 24/10/2017.

BRYNJOLFSSON, Erik. McAFFEE, Andrew. *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company Inc. 2014. p. 70-75.

CAO, Cong. *Reforming China's S&T system*. Journal Science. volume 341. Publicado em Agosto de 2013.

CASSIOLATO, José Eduardo. *As Políticas de ciência, tecnologia e inovação na China*. Boletim de Economia e Política Internacional. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). 2015.

CHANG, Ha Joon. *Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica*. Tradução de Luiz Antônio Oliveira de Araújo. 1ª. ed. São Paulo: Unesp, 2004.

CHEN, Haohui. *Automation impacts on China's polarized job market*. Journal of Computational Social Science. 2021.

CHEN, Hongyi. *The Institutional Transition of China's Township and Village Enterprises: Market Liberalization, Contractual Form Innovation and Privatization*. 1ª edição. Londres. Editora Routledge. 2017. p. 50-59.

CHEN, Yongwei; DUO, Xu. 2018. "The Impact of Artificial Intelligence on Employment." *Comparative Studies* (2): 135–160.

CHENG, Hong; RUIXUE Jia; DANDAN Li. *The Rise of Robots in China*. Journal of Economic Perspectives, 33 (2). 2019. p. 71-88.

China's Digital Economy: A leading global force. McKinsey Global Institute. Discussion Paper. Publicado em agosto de 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/chinas-digital-economy-a-leading-global-force> (acesso em 20/10/2021)

CORIAT, Benjamin. *Pensar pelo avesso*. Tradução de: Emerson S. da Silva. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ/Revan. 1994

CREEMERS, Roger. *Cyber-Leninism: The Political Culture of the Chinese Internet. Speech and Society: Comparative Perspectives*. Publisher: Cambridge University Press. Publicado em novembro de 2017. P. 255.

CUNHA, Samantha Ferreira e; XAVIER, Clésio Lourenço. Fluxos de investimento direto externo, competitividade e conteúdo tecnológico do comércio exterior da China no início do século XXI. **Rev. Econ. Polit.**, São Paulo.v. 30, n. 3. Publicado em setembro de 2010. p. 491-510.

DAO, Mai Chi. Et all. *Why is Labor Receiving a Smaller Share of Global Income? Theory and Empirical Evidence*. Fundo Monetário Internacional. 2017.

DARON, Acemoglu; RESTREPO, Pascual. *Robots and Jobs: Evidence from US labor markets*. MIT Economics. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. nº 23285. Publicado em 17 de mar. de 2017.

DELGADO, Ignacio Godinho. Política industrial na China, na Índia e no Brasil: legados, dilemas de coordenação e perspectivas. Texto para Discussão nº 2059. IPEA. Publicado em março de 2015. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=24781 (acesso em 20/10/2021)

DING, Jeffrey. *Deciphering China's AI Dream*. Future of Humanity Institute, University of Oxford. Publicado em março de 2018. Disponível em: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf (acesso em 07/08/2020)

DONG, Xiao-yuan, et al. The Determinants of Employee Ownership in China's Privatized Rural Industry: Evidence from Jiangsu and Shandong. *Journal of Comparative Economics*, 30:415–37.

DORN, David; AUTOR, David. *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. *American Economic Review*. Vol.103, nº 5. American Economic Association. Publicado em Agosto/2013.

ERNEST, Dieter, From Catching Up to Forging Ahead in Advanced Manufacturing – Reflections on China's Future of Jobs.SSRN Electronic Journal. Publicado em 22/02/2016.

FEINSTEIN, Charles. Chinese Technology Transfer in the 1990s: Current Experience, Historical Problems and International Perspectives. Cheltenham: Edward Elgar. 1997

FELIPE, Jesus; ABDON, Arnelyn May; KUMAR, Utsav. Tracking the Middle-Income Trap: What is it, Who is in it, and Why?. Levy Economics Institute, Working Paper No. 715. Publicado em 01/04/2012.

FENG, Xiaojun. The Labour Implications of Technological Upgrading in China. Organização Internacional do Trabalho. Genebra. 2020. https://www.ilo.org/emppolicy/pubs/WCMS_764445/lang--en/index.htm (acesso em 20/10/2021)

FILOS, Erastos. Four years of ‘Factories of the Future’ in Europe: achievements and outlook. International Journal of Computer Integrated Manufacturing Volume 30, Issue 1, 2 January 2017, Pages 15-22

FORD, Martin. *Rise of Robots: technology and the threat of a jobless future*. New York. Basic Books. 1 ed. 2015. p.33.

FREY, Carl. OSBORNE, Michel. *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford Martin Programme on Technology and Employment. Universidade de Oxford. Reino Unido. Publicado em Setembro de 2013. P. 12-14.

FREY, Carl. *The Technology Trap: Capital, Labour, and Power in the Age of Automation*, Princeton, NJ: Princeton University Press.2019

GIUNTELLA, Osea; WANG, Tianyi. Is an army of robots marching on Chinese jobs? IZA Discussion Paper Series. Institute of Labour Economics. Publicado em abril de 2019.

GLAWE, Linda. The Middle-Income Trap 2.0: The Increasing Role of Human Capital in the Age of Automation and Implications for Developing Asia. CEAMeS Discussion Paper No. 15/2018. Publicado em junho de 2018.

GOOS, Maarten; MANNING, Allan. *Lousy and Lovely Jobs: the Rising Polarization of Work in Britain*. Review of Economics and Statistics London School of Economics and Political Science. V. 89 p.118-133. Publicado em 2007.

GORZ, André. Adeus ao Proletariado: para além do socialismo. Tradução de Angela Ramalho Vianna e Sérgio Goés de Paula. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1982

GUANGSU, Zhou; GAOSI Chu. The effect of artificial intelligence on China's labor market. China Economic Journal. Publicado em 10/11/2019. p. 24-41.

HARVEY, David. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Tradução de: Adail Ubirajara Sobral. São Paulo, 17ª Ed. Editora Loyola. 2008. pg. 130

HOBSBAWM, E. Era dos extremos: o breve século XX. Tradução de: Marcos Santarrita. Editora Companhia das Letras, 1995.

HONG, Yu. Reading the Twelfth Five-Year Plan: China's Communication-Driven Mode of Economic Restructuring. International Journal of Communication. 5. 2011. p. 1045-1057.

HUANG, Can. Organization, program and structure: analysis of the Chinese innovation policy framework. R&D management, v. 34, n. 4, p. 367-387, 2004.

HUANG, Qnhui. China's Industrialization Process. Research Series on the Chinese Dream and China's Development Path. Springer Singapore. 2018. p. 98-102

HUANG, Yu; SHARIF, Naubahar. From "Labour Dividend" to "Robot Dividend": Technological Change and Workers' Power in South China. Agrarian South. Journal of Political Economy. Publicado em: 31/08/2017.

HUIMIN, Ma. Strategic Plan of “Made in China 2025” and Its Implementation. In: Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments. IGI Global, 2018. p. 1-23.

IFR presents World Robotics Report 2020. International Federation of Robotics. Publicado em 24/09/2020. Disponível em: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (acesso em 12/10/2020)

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). UMA COMPARAÇÃO ENTRE A AGENDA DE INOVAÇÃO DA CHINA E DO BRASIL. São Paulo, 2011. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_492_uma_comparacao_entre_a_agenda_de_inovacao_da_china_e_do_brasil.html (acesso em 20/10/2021)

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0 – A iniciativa Made in China 2025*. Carta IEDI. Edição 827. Publicada em 26/01/2018. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html (acesso em 10/08/2020)

JABBUR, Elias. China socialismo e desenvolvimento – Sete décadas depois. São Paulo. Editora Anita Garibaldi. 2019. p.168

JAIMOVICH, Nir. SIU, Henry E. *The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries*. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 18334. Publicado em agosto de 2014.

Ji, Xianqing. Are China’s Farms Growing? *China & World Economy* 24(1): 41–62. 2016

KALDOR, Nicholas. 'Equilibrium Theory and Growth Theory', in Boskin, M. J. (ed.), *Economics and Human Welfare* (London: Academic Press). 1979

KEYNES, John Maynard, 1939. “Relative Movements of Real Wages and Output.” *Economic Journal*, vol. 49, No. 193. Publicado em março de 1939. p.34-51.

KRUGMAN, Paul., 1994, *Peddling Prosperity: Economic Sense and Nonsense in the Age of Diminished Expectations*, W.W. Norton, New York and London.

KUZNETS, Simon. *Modern Economic Growth*. New Haven: Yale University Press. 1966.

LEE, Kai-Fu. *Inteligência Artificial*. Tradução de Marcelo Barbão. 1ª edição. Rio de Janeiro. Globo Livros. 2019. Pg. 14-16.

LEVY, Frank; MURNANE, Richard J. *The new division of labor: how computers creating the next job Market*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2004.

LI, Hongbin; PRASHANT Loyalka. "Human Capital and China's Future Growth. *Journal of Economic Perspectives* 31(1). 2011. p. 25–48.

LI, Xun. Transition from factor-driven to innovation-driven urbanization in China: A study of manufacturing industry automation in Dongguan City. *China Economic Review*, v. 59, p. 101382, 2020.

LIU, Feng Chao. China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. *Research Policy*, 40(7). 2011. 917–931.

LIU, Kerry. *Chinese Manufacturing in the Shadow of the China-US Trade War*. *Economic Affairs*, 38(3), 307–324. Publicado em 19/10/2018.

LIU, Xielin. Beyond catch-up: Can a new innovation policy help China overcome the middle income trap? *Science and Public Policy*. Publicado em 28/02/2017.

LONG, Cheryl & Zhang, Xiaobo. Patterns of China's Industrialization: Concentration, Specialization, and Clustering. *China Economic Review - CHINA ECON REV*. 23. 2012.

LU, Qiwen. *China's Leap Into the Information Age: Innovation and Organization in the Computer Industry*. Oxford: Oxford University Press. 2000. p. 45-57.

MAO, Jie. TANG, Shiping, ZHI, Qiang. China As a 'Developmental State' Miracle: Industrial Policy, Technological Change, and Productivity Growth. *Journal of Productivity Analysis*. Publicado em março de 2017.

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro I: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013. p. 562

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro II: o processo de circulação do capital. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2014. p. 243

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política. Livro III: o processo global de produção capitalista. Tradução de: Rubens Enderle. São Paulo. Boitempo. p. 605

MAZZUCATO, Mariana. O Estado empreendedor - Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Tradução de: Elvira Serapicos. 1ª. ed. São Paulo: Portfolio-Penguim, 2014.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. A Ascensão Chinesa e as Matérias-Primas. Brasil e China no reordenamento das relações internacionais: desafios e oportunidades. Brasília. Fundação Alexandre de Gusmão, Ministério das Relações Exteriores, 2011

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Economia política do desenvolvimento recente da China. *Brazilian Journal of Political Economy*, 19(3). sep/1999.

MILANOVIC, Blanko. Global Inequality: A New Approach for the Age of Globalization (Cambridge, MA: Harvard University Press), 54. 2016

MILARÉ, Luís Felipe Lopes. O processo de industrialização chinesa: uma visão sistêmica. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências e Tecnologias para a sustentabilidade. Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011.

MILARÉ, Luís Felipe; DIEGUES, Antônio Carlos. A industrialização chinesa por meio da tríade autonomia-planejamento-controle. *Leituras Economia Política* / Vol. 15, N. 1 (22). Dez. 2014 / Jul. 2015. p. 1-133.

MORAVEC, Hans. Mind children: The future of robot and human intelligence. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1988.

NAUGHTON, Barry. *The China Circle: Economics and Technology in the PRC, Taiwan, and Hong Kong*. Washington. Brookings Institution Press. 1997. p. 75-80

NAUGHTON, Barry. *The Chinese economy: transitions and growth*. Londres. The MIT Press. Publicado em 2006. Pag. 279.

NOGUEIRA, Isabela. ESTADO E CAPITAL EM UMA CHINA COM CLASSES. **Rev. econ. contemp.** Rio de Janeiro. v. 22, n. 1. 2018.

NORDHAUS, William. *Two Centuries of Productivity Growth in Computing*. *The Journal of Economic History*, Vol. 67, No. 1. Publicado em março de 2007.

NÜBLER, Irmgard. *New technologies: A jobless future or golden age of job creation?* Organização Internacional do Trabalho. Research Department. Geneva. 2016.

OLIVEIRA, Carlos Alonso Barbosa de. Reformas econômicas na China. *Economia Política Internacional: Análise estratégica* n. 5. Campinas. abr./jun. 2005.p. 3-8

PIRAGIBE, Clélia Virgínia Santos. *China: reformas domésticas e inserção internacional: inovações institucionais e dependência de traje*. 2017.221 f., il. Tese (Doutorado em Relações Internacionais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

POMAR, Wladimir. *A Revolução Chinesa*. São Paulo: ed. UNESP, 2003. Pg 89-90
Reskilling China: Transforming the world's largest workforce into lifelong learners. Instituto McKinsey. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/reskilling-china-transforming-the-worlds-largest-workforce-into-lifelong-learners> (acesso em 20/10/2021)

RISKIN, Carl. *China's Political Economy: The Quest for Development since 1949*, Oxford, Oxford Univ. Press. Publicado em 1987. p. 259

SCHAWAAG, Sylvia Serger, S. *China's 15-year plan for scientific and technological development – a critical assessment*. *Asia Policy*, (4). 2007. p. 135-164

SCHEIDT, Patrick Walter Rüdiger; MATOS, Guilherme Paraol. Uma análise sobre o papel do governo chinês nos parques científicos e tecnológicos (zonas de alta tecnologia) na China. *Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí –REAVI*, v.08, nº 13. Publicada em dezembro de 2019. p. 084-094.

SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Tradução de: Luiz Antônio Oliveira de Araújo. Ed. Unesp. São Paulo. 2017.

SELWYN, Benjamin. 2014. “Commodity Chains, Creative Destruction and Global Inequality: A Class Analysis.” *Journal of Economic Geography* 15(2): 253–274.

SHARIF, Naubahar; HUANG, Yu. Industrial Automation in China’s “Workshop of the World”. *The China Journal*, no. 81. 2018. p. 1-22

SHIJIN, Liu. *A Trap or High Wall? Real Challenges and Strategic Choices Facing China’s Economy*. CITIC Press. 2011.

SHIJIN, Liu. *Between Tradition and Modern: Growth Mode Transformation and Choice of New Type Industrialization Path*. China Renmin University Press. 2006. p. 89-91.

SILVA, Marcos Aurélio. *China: Socialismo de mercado, relações internacionais e questão ideológica*. Geosul, Florianópolis, v. 35, n. 77. Publicado em dezembro de 2020. p. 139-165.

SMITH, Adam. *A riqueza das nações*. Tradução de Luiz João Baraúna. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1996. v. I.

SOLINGER, Dorothy J., *China’s Transformation from Socialism: Statist Legacies and Market Reforms 1980-1990*, New York, M. E. Sharpe. Publicado em 1993. p. 35-36

SOLOW, Robert M. “Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth.” *The American Economic Review*, vol. 52, no. 2, 1962. p. 76–86.

TEN, Tobias Brink. *China’s Capitalism: A Paradoxical Route to Economic Prosperity*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 2020

TINBERGEN, Jan. Exhaustion and technological development: A macro-dynamic policy model. *Zeitschr. f. Nationalökonomie* 33. Publicado em 1973. p. 213–234

VIEIRA, Flávio Vilela. China: crescimento econômico de longo prazo. *Revista de Economia Política*, vol. 26, nº 3 (103). Publicada em julho-setembro de 2006. p. 401-424

WEI, Shang-Jin, XIE, Zhuan; XIAOBO, Zhang. From "Made in China" to "Innovated in China: Necessity, Prospect, and Challenges. *Journal of Economic Perspectives*, 31 (1): 49-70. 2017.

World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. The world Bank. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=CN> (acesso em 20/10/2021)

XIWEI, Zhong; XIANGDONG, Yang. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Journal Technology in Society*. nº 29. 2007. p. 317–325.

XU, Chenggang. The Fundamental Institutions of China's Reforms and Development. *Journal of Economic Literature* 49 (4). 2011. p. 1076–1151.

YANG, Dali. "State and Technological Innovation in China: A Historical Overview 1949-89. *Asian Perspective*, vol. 14, no. 1, 1990, pp. 91–112.

YAO, Yang. The Chinese Growth Miracle. *Handbook of Economic Growth*, vol. 2, Elsevier. Publicado em outubro de 2014. p. 943-1031

ZENG, Liyu. China's New Economy Sectors: How Are They Doing? S&P Global. 2020.

ZHAN, Shaohua, HAUNG, Lingli. Rural roots of current migrant labour shortage in China: Development and labour empowerment in a situation of incomplete proletarianization. *Studies in Comparative International Development*, 48(1), 81–111. 2013

ZHANG, Xiaobo. China Has Reached the Lewis Turning Point. *China Economic Review* 22(4): 542–554. 2021

ZHANG, Yunan. Is Automation Destroying the Labor Market in Developing Countries?: Evidence from China. 2021. Tese de Doutorado. Georgetown University.

ZHAO, Zhongxiu; HUANG, Xiaoling. China's Industrial Policy in Relation to Electronics Manufacturing. *Journal China & World Economy*. n° 15. 2007. p. 33-51.

ZHOU, Shaojie; HU, Angang. China: Surpassing the “Middle Income Trap”. Londres. Editora Palgrave MacMillan. 2021.

ZHOU, Yixiao; TYERS, Rod. Automation and inequality in China. *China Economic Review*, v. 58, p. 101, 2019.