

Indústria 4.0 e novas dimensões tecnológicas no centro da economia-mundo capitalista: perspectivas para o Brasil

4.0 Industry and new technological dimensions at the center of the capitalist world-economy: perspectives for Brazil

HERMES MOREIRA JR. | hermesmoreira@ufgd.edu.br

Doutor em Relações Internacionais pela UNESP (PPGRI San Tiago Dantas).
Professor da Faculdade de Direito e Relações Internacionais na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Recebimento do artigo Janeiro de 2020 | **Aceite** Março de 2020

Resumo O debate sobre a liderança mundial está vinculado à capacidade de responder às novidades e demandas proporcionadas pela chamada Indústria 4.0. Como as relações econômicas que se desenvolvem dentro do sistema-mundo são caracterizadas por uma distribuição desigual da sofisticação tecnológica e da extração do excedente nas atividades de cada cadeia mercantil, poucas nações reúnem condições de conduzir suas economias nacionais dentro das características requeridas por esse processo. Nesse sentido, os países do centro da economia-mundo capitalista têm adotado políticas para fomentar a implantação das inovações da Indústria 4.0 em seus setores mais competitivos. Este texto visa contribuir com os debates a respeito da posição do Brasil em meio a tal disputa no centro do sistema. Para isso, é discutido o conceito de Indústria 4.0 e são apontados setores que já estão incorporando estas tecnologias às suas cadeias. Também são apresentadas as estratégias de 3 países do centro da economia-mundo, Estados Unidos, Alemanha e China. Por fim são indicados possíveis ações para viabilizar a participação brasileira nessas cadeias produtivas globais. **Palavras-Chave** Indústria 4.0; Revolução técnico-científica; Divisão internacional do trabalho.

Abstract The debate on global economic leadership is linked to the capability to respond demands brought about by the so-called 4.0 Industry. As the economic relations within the world-system are characterized by an uneven distribution of technological sophistication and extraction of surplus, few nations are able to conduct their national economies within the characteristics required by 4.0 Industry. Therefore, the countries at the core of the capitalist world-economy have adopted policies to encourage the implantation of innovations in their most competitive sectors. This paper aims to contribute to debates about Brazil's position in the midst of such a dispute at the core of the system. Thus, we discussed the concept of 4.0 Industry and pointed out sectors that are already incorporating these technologies. We also present the strategies of 3 countries in the center of the world economy, the United States, Germany and China. Finally, possible actions are indicated to enable Brazilian participation in global production chains. **Keywords** 4.0 Industry; Scientific and Technological Revolution; International Division of Labor.

1. Introduction

Robôs realizando tarefas domésticas ou cirurgias delicadas, automóveis circulando pelas vias sem a presença de motoristas, máquinas se comunicando entre si dentro de fábricas e controlando o ritmo da produção, objetos pessoais oferecendo informações a partir de um simples comando de voz. Durante as décadas de 1980 e 1990, tudo isso já ocupava o imaginário das pessoas a partir de livros, filmes e desenhos de ficção científica. Contudo, ao longo da última década, muito daquilo que parecia distopia ficcional passou a ocupar as manchetes dos principais veículos de informação não mais como “tecnologias do futuro”, mas sim como um retrato da realidade do presente.

Se tais novidades já rondavam o noticiário como “novidade científica”, “curiosidade”, “solução de problemas”, “ampliação de conforto”, “redução de custos” ou “aumento de produtividade”, a partir da reunião do Fórum Econômico Mundial de 2016, em Davos, na Suíça, passaram a ocupar centralidade nos debates acadêmicos como novo paradigma da produção e da economia mundial. Sob o tema de “Quarta Revolução Industrial”, a incorporação da Inteligência Artificial, do acesso aos grandes bancos de dados disponíveis na rede mundial de computadores, e a interconexão entre dispositivos eletroeletrônicos deixa de ser assunto de cientistas de laboratórios de pesquisa tecnológica e se torna pauta nos debates sobre formulação de políticas públicas, através da denominação Indústria 4.0.

Nesse sentido, a partir de Davos, os debates sobre o exercício da liderança econômica mundial passaram a estar vinculados à capacidade das nações de acompanhar as transformações e responder às demandas proporcionadas pela Indústria 4.0. Investimentos governamentais em pesquisa e desenvolvimento; financiamento público e privado a laboratórios dedicados à produção de ciência de fronteira; registros de patentes e direitos de propriedade intelectual em manufatura avançada, robótica, novos materiais, biotecnologia ou inteligência artificial; empresas adaptáveis à produção inteligente. Essas são as métricas que tornam passíveis de avaliação os países que devem ocupar posição central nesse paradigma emergente. Não obstante, poucas nações reúnem condições de conduzir suas sociedades a partir das características requeridas por esse paradigma. Tudo dentro da conformidade da economia-mundo capitalista.

As relações econômicas que se desenvolvem dentro do sistema-mundo são caracterizadas por uma distribuição desigual de extração do excedente nas atividades de cada cadeia mercantil. A capacidade de extração de excedentes mais rentáveis está ligada ao grau de domínio da sofisticação tecnológica embutida naquela cadeia. Mais do que o domínio do uso da sofisticação tecnológica dentro das cadeias mercantis, os países e as empresas buscam obter os chamados monopólios tecnológicos, que garantiriam a tais agentes a possibilidade de explorar exclusivamente, por maior escala de tempo, os excedentes desse alto grau de especialização e sofisticação tecnológica.

Nesse sentido, a hipótese desse texto é que os países do centro da economia-mundo capitalista têm reunido condições de adotar políticas para fomentar a implantação das inovações da Indústria 4.0 em seus setores mais competitivos, ampliando “monopólios relativos de produção” e, conseqüentemente, maximizando a acumulação e acirrando a disputa pela liderança hegemônica no sistema-mundo. Complementarmente, também visa contribuir com os debates a respeito da posição do Brasil em meio a tal disputa no centro do sistema.

Para isso, com base no recurso à literatura que já se debruça sobre o conceito de Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, nas pesquisas desenvolvidas pelo Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), e a partir da abordagem oferecida pelos autores clássicos da perspectiva da Economia Política dos Sistemas-Mundo, discutimos o conceito de Indústria 4.0 e apontamos setores que já estão incorporando estas tecnologias às suas cadeias. Posteriormente, são apresentadas as estratégias de 3 países do centro da economia-mundo, Alemanha, Estados Unidos e China. Por fim são indicados possíveis reflexos a partir da natureza da participação brasileira nas cadeias produtivas globais da Indústria 4.0.

1. Monopólios Tecnológicos

Há condicionantes que interferem na capacidade de diferentes países responderem às demandas da Indústria 4.0. A questão é que não se tratam apenas de variáveis domésticas relacionadas ao vigor e dinamismo das economias locais. Tampouco a opções de políticas públicas adotadas em virtude de uma correlação de forças existente no cotidiano da política interna destas nações. Há aspectos estruturais que condicionam o desenvolvimento das nações e conformam suas capacidades e aspirações no cenário internacional, uma vez que enxergamos como variável precípua dessa discussão a macrodistância Centro-Periferia que define os papéis de cada ator integrante da Divisão Internacional do Trabalho estabelecida pela estrutura econômica do Sistema-Mundo Moderno.

A concepção de que o processo de liderança na inovação tecnológica está ligado à manutenção da condição de centro hegemônico no ciclo sistêmico de acumulação deriva da interpretação de que a economia mundial se constitui como um sistema interconectado. Tal interpretação é fundamentada por Immanuel Wallerstein ao considerar o atual desenvolvimento histórico do sistema internacional com base no que ele denomina de Sistema-Mundo, em sua trilogia *The Modern World-System*. Segundo Wallerstein (1979), o sistema social histórico chamado Sistema-Mundo surgiu no século XVI na Europa e hoje abarca todo o globo terrestre. Neste sistema, o todo pode ser decomposto em vários subsistemas: o econômico, formado pelas cadeias mercantis; o interestatal, formado pelas diferentes jurisdições políticas, chamadas Estados nacionais formalmente soberanos; o ideológico, formado pelo conjunto de ideias, valores, conceitos (morais, políticos, científicos, econômicos etc.) que funcionam como uma espécie de programa mental do mundo moderno (VIEIRA; FERREIRA, 2013).

Para Wallerstein, portanto, a unidade correta de análise das relações internacionais, consequentemente da economia mundial, é o sistema mundial, espaço de uma ampla gama de grupos sociais em contato e principalmente em conflito uns com os outros. Um sistema que possui limites, estruturas, regras de legitimação e coerência, que são definidos por entidades econômico-materiais baseadas em uma divisão extensiva do trabalho e que contém em seu seio uma multiplicidade de culturas (WALLERSTEIN, 1979, p. 489). Como reitera diversas vezes Wallerstein em sua obra, o capitalismo foi capaz de florescer justamente porque o sistema-mundo contém dentro de seus limites não apenas um, mas múltiplos sistemas políticos. O capitalismo, como modelo econômico, se baseia no fato de que os fatores econômicos operam no seio de uma arena maior do que qualquer entidade política pode controlar totalmente. Isso dá aos capitalistas uma

liberdade de manobra que tem uma base estrutural, haja vista que no âmbito do sistema-mundo as dimensões de uma economia-mundo são estabelecidas em função do estado da tecnologia, em particular das possibilidades de transporte e comunicação dentro de seus limites. Dado que isto é algo submetido a uma dinâmica de mudanças constantes, os limites de uma economia-mundo são sempre fluidos.

A economia-mundo se sustenta na inter-relação entre um núcleo central e áreas periféricas¹. Essa divisão, segundo Wallerstein, supõe uma hierarquia na distribuição das tarefas da economia-mundo, cujos países centrais exercem atividades que requerem maiores níveis de qualificação e capitalização, ao passo que as áreas periféricas trabalham com atividades econômicas menos complexas. Nesse sentido, o processo de desenvolvimento de uma economia-mundo tende a ampliar ainda mais a distância de níveis social e econômico entre centro e periferia, sobretudo quando calcados em processos de inovação tecnológica (WALLERSTEIN, 1979, p. 493). Na seara do domínio da sofisticação tecnológica dentro das cadeias mercantis, os países e as empresas buscam obter os chamados monopólios tecnológicos, que garantiriam a eles a possibilidade de explorar exclusivamente, por maior escala de tempo, os excedentes desse alto grau de especialização e sofisticação tecnológica. Na busca da “maximização da acumulação”, competem pelo capital circulante e pelo estabelecimento dos “monopólios relativos de produção” que se tornarão “locus de operações monopolizadas de alto lucro” (WALLERSTEIN, 2001, p. 121-126). Esses monopólios podem ser alcançados a partir de três ajustes no campo da produção: 1) baixar o custo de produção de produtos competitivos; 2) encontrar novos compradores para os produtos competitivos; 3) descobrir novos produtos para produzir, os quais estarão sujeitos aos monopólios relativos e ainda terão um mercado significativo a explorar.

Diante dessa situação, Estados e empresas estimulam a aceleração do progresso científico e tecnológico, impulsionando um movimento de constante renovação dos processos produtivos, desencadeando ondas de “destruição criadora”, como na dinâmica observada por Joseph Schumpeter (1961), que faz do capitalismo um sistema predominantemente evolucionário, cuja base de sustentação é a recorrente superação de suas bases tecnoeconômicas. Nesse sentido, os novos paradigmas tecnológicos, que levam ao aumento da produtividade ou à diferenciação dos produtos finais, permitem a Estados e empresas ampliarem seus níveis globais de lucro e promovem uma expansão renovada da economia-mundo.

A maior ou menor destreza em conceber e controlar processos de inovação e sofisticação tecnológica distingue atores centrais e periféricos, hierarquizando-os e dotando os primeiros de maiores condições de exercício de poder no sistema-mundo. Portanto, em virtude das constantes renovações e evoluções tecnoeconômicas, os atores que visam a manutenção de sua condição central na economia-mundo não se estabelecem por meio do controle de um setor, do desenvolvimento de uma técnica ou do comércio de uma mercadoria, mas sim em razão da capacidade permanente de criar novas combinações, ou seja, de dominar a lógica do processo inovativo. Como observa Benjamin (2018), a vantagem que possuem nessa situação, não no controle de uma inovação em específico, mas na capacidade permanente de inovar, é a possibilidade de re-

1 O modelo de Wallerstein reconhece também a existência de áreas que ele chama de semiperiferia. Elas se encontram em um espaço intermediário entre o centro e a periferia em uma série de dimensões, tais como a complexidade das atividades econômicas, a força do aparato estatal, etc. Podem ter sido áreas centrais em versões anteriores do sistema-mundo, bem como áreas periféricas promovidas pelas condições dinâmicas da economia-mundo em expansão. Para maiores discussões sobre a semiperiferia, ver: LIMA, 2007; BRUSSI, 2015; OURIQUES; VIEIRA, 2017.

criar as condições para a manutenção da posição de comando sempre que seu *status* hierárquico se encontra ameaçado por seus contendores na divisão internacional do trabalho.

Em suas pesquisas, Wallerstein identifica que o terceiro ajuste, promovido através de “mudanças tecnológicas, isto é, pela criação de produtos novos, chamados de ponta”, deve ser entendido como “locus de operações monopolizadas de alto lucro” (2001, p. 126). Denota dessa análise, que no ambiente da competição capitalista que caracteriza o sistema mundial da economia-mundo, torna-se essencial o controle dos monopólios tecnológicos com vistas à acumulação do capital. E para isso, os Estados trabalham no sentido de evitar que seus concorrentes se encontrem em condições de romper seus monopólios e ocupar as posições exclusivas conquistadas.

É importante ter em mente a observação de Giovanni Arrighi, para quem “os Estados não são unidades de maximização de lucro, não organizam e não controlam as atividades econômicas que se encontram em suas jurisdições tão estreita e diretamente quanto as empresas capitalistas”, mas “podem, em algum grau, agir sobre as modalidades pelas quais a divisão social do trabalho opera” (ARRIGHI, 1997, p. 152-154). Desse modo, agem restringindo ou aumentando a liberdade de assumir ou iniciar atividades econômicas específicas, podendo interferir de modo a melhorar algumas atividades para fazê-las atingir o status de núcleo orgânico ou evitar o rebaixamento de outras em meio à competição internacional. Como veremos na sequência da discussão, os temas da Indústria 4.0 e a possível mudança paradigmática rumo a uma Quarta Revolução Industrial são o objeto de disputa e apropriação dos países que ocupam posições centrais na divisão internacional do trabalho e que pretendem garantir a manutenção de seus processos de acumulação através de novos monopólios tecnológicos.

2. A Indústria 4.0

Ao pautar a “Quarta Revolução Industrial” como tema do Fórum Econômico Mundial de 2016, Klaus Schwab popularizou a expressão e conseguiu atrair a atenção da imprensa, governos e academia para os desdobramentos da Indústria 4.0. Engenheiro, Economista e Fundador/Presidente do Fórum Econômico Mundial, Schwab havia acabado de publicar o livro *A Quarta Revolução Industrial* (SCHWAB, 2016), e foi responsável por uma inflexão nos debates que vinham ganhando força dentro do Fórum desde a crise de 2008, como o da ampliação da desigualdade no mundo e da concentração de renda e riqueza (OXFAM, 2016).

Não obstante, a menção sobre a Quarta Revolução Industrial chamou atenção a um movimento de incorporação de um conjunto de tecnologias à agenda de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos dentro das economias avançadas. Como veremos mais adiante, quando o assunto veio à tona no espaço mais importante de definição da agenda econômica global, governos das mais importantes potências mundiais já haviam preparado e lançado estratégias para adequar suas economias aos preceitos dessa indústria do século XXI. Mas, efetivamente, do que se trata esse conceito de Indústria 4.0, que seria o paradigma da Quarta Revolução Industrial?

De acordo com Schwab (2016), as transformações que devem ocorrer no campo da indústria a partir da assimilação dos novos paradigmas científico-tecnológicos gerarão impactos radicais sobre a produção, o consumo e as formas de sociabilidade. Para ele, isso deve representar um impacto semelhante ao desencadeado pela Revolução Agrícola de 10 mil anos atrás e

pela Indústria Moderna, no início do Século XVIII. Nesse sentido, Schwab defende a tese de que estaríamos atravessando uma nova revolução industrial, a Quarta Revolução Industrial.

Tomando por referência alguma literatura consolidada sobre os processos que levaram às revoluções industriais anteriores (LANDES, 2003; FRIEDEN, 2008; NAYYAR, 2014; RIFKIN, 2014), é possível identificar elementos constitutivos dessas conjunturas disruptivas. A Primeira Revolução Industrial, por volta de 1780, teve como epicentro a Inglaterra, onde o uso da tecnologia da energia a vapor movida a carvão e petróleo permitiu que um novo paradigma se estabelecesse na indústria, a mecanização. Desse modo, a substituição da manufatura artesã pelos teares mecânicos proporcionou o primeiro grande salto qualitativo em escala no campo da produção. Menos de um século depois, por volta de 1850, a transição rumo à Segunda Revolução Industrial adquire força significativa nos Estados Unidos, com a incorporação da energia elétrica aos processos produtivos e o advento da linha de montagem, permitindo que paradigma da produção vertical em massa se consolidasse, sobretudo impulsionado pelo sucesso da indústria automobilística. Mais de um século e duas grandes guerras ultrapassados, com a reprodução do paradigma de produção e consumo reproduzido mundo afora, o aprimoramento e massificação da comunicação e do gerenciamento a partir da informatização possibilitou o estabelecimento de uma Terceira Revolução Industrial a partir da década de 1970, na qual os computadores passaram a ocupar papel central em razão da possibilidade de armazenagem de dados e controle de processos produtivos mesmo à distância. Assim se configurou não apenas a ampliação das condições de produtividade, mas toda uma reorientação no gerenciamento das estruturas produtivas, passíveis de serem organizadas de maneira descentralizada e interconectada, possibilitando que esta revolução se desdobrasse nos Estados Unidos e na Ásia, sobretudo no Japão, de maneira integrada.

Partindo dessa estrutura, observamos que o epicentro dessa chamada Quarta Revolução Industrial representa a disputa pela hegemonia no sistema, se apresentando a partir da Alemanha, dos Estados Unidos e da China (MANYIKA, 2012; BRYNJOLFSSON; McAFEE, 2016; PISTONO, 2017; PIRES, 2018). É importante destacar que em cada um dos momentos de ruptura de uma nova revolução industrial anterior o Sistema-Mundo vivia um momento de transição hegemônica em seu ciclo sistêmico de acumulação. Como observado por Giovanni Arrighi (1996), o novo posicionamento de poder hegemônico no processo de transição dos ciclos sistêmicos se conforma respaldado por uma inovação institucional e por novas formas de manifestação de liderança tecnológica no âmbito da produção.

Nos últimos anos, estes países que disputam a liderança hegemônica em tempos de crise do atual ciclo sistêmico de acumulação (ARRIGHI, 2008) têm se engajado na incorporação das tecnologias da chamada Indústria 4.0 aos seus modelos produtivos e gerenciais. Tentando estabelecer, assim, um novo paradigma a partir da análise de grandes bancos de dados (Big Data) disponíveis na rede mundial de computadores. Com a análise de Big Data, novas formas de organização da produção e do consumo podem ser estabelecidas por meio das chamadas Internet das Coisas e Internet dos Serviços. Assim, é possível conceber fábricas autogestionadas, cidades autogeridas, veículos autônomos, impressoras 3D personalizadas, aplicativos de solução de problemas, redes de sociabilidade remotas, recombinações genéticas e moleculares, e uma série de outras facilidades exploradas a partir do acesso algorítmico a estes grandes bancos de dados. Dando origem, portanto, a um dispositivo de automatização e autonomização sustentados pelo desenvolvimento de uma forma de inteligência artificial. Desse modo, para Schwab, a Quarta Revolução Industrial, ou Revolução 4.0,

se materializaria nas categorias física, digital e biológica. Veremos, a seguir, como os países centrais têm se dedicado a estes temas em suas estratégias de impulsionar a Indústria 4.0.

3. Estratégias dos países centrais para a Indústria 4.0

Países que já alcançaram um nível de desenvolvimento científico e tecnológico elevado e ocupam uma condição favorável nos processos de acumulação dentro da Divisão Internacional do Trabalho pretendem estabelecer uma espécie de congelamento das “desigualdades internacionais” (MENEZES, 2013). Isso se dá por meio de políticas industriais e de ciência & tecnologia capazes de ofertar maior quantidade de recursos a serem investidos no desenvolvimento científico e tecnológico; fortalecimento do poder de compra do governo para fortalecer as capacidades de agentes nacionais; manutenção do controle de setores estratégicos nacionais e busca de controle de setores estratégicos no exterior; proteção de indústrias em setores vulneráveis; restrições à competição internacional alheia a monopólios ou oligopólios.

Seguindo essa tendência, buscam viabilizar projetos com alta articulação entre suas políticas macroeconômica, industrial e tecnológica. Deixando claro que a aquisição e uso de conhecimentos e progresso técnico é fator responsável pela diferenciação econômica, social e política entre os países, pois se trata de elemento fundamental na disputa geopolítica no âmbito do Sistema-Mundo.

No âmbito da Indústria 4.0, Alemanha, Estados Unidos e China possuem estratégias mais avançadas de articulação entre governos nacionais e agentes privados para alcançar os monopólios tecnológicos que lhes garantirão maiores condições de acumulação de capital e, mais ainda, possibilidade de conduzir o paradigma tecnológico dentro do próximo ciclo sistêmico de acumulação, em razão da conjuntura transitória em que se encontra a economia-mundo capitalista. Mais do que estratégias nacionais de desenvolvimento científico-tecnológico, os programas que veremos a seguir trabalham com a noção de que a inovação não deve ser tratada como política de desenvolvimento, mas sim como política de manutenção de liderança dentro das cadeias estabelecidas na atual Divisão Internacional do Trabalho.

3.1 A *Industrie 4.0* da GTAI na Alemanha

Um documento publicado no ano de 2014 pela Agência Alemã de Investimento e Comércio (GTAI) sob o título “*Industrie 4.0: smart manufacturing for the future*”, sistematiza um conjunto de ideias e estratégias promovidas pelo governo alemão em parceria com grupos industriais e instituições universitárias desde 2011 e que levava o nome de “Indústria 4.0”. Com o objetivo de manter a posição da Alemanha como líder mundial em indústrias e exportações de alta tecnologia, o “*Industrie 4.0*” visava garantir a competitividade industrial alemã a partir da priorização do uso de tecnologias de informação industrial (IEDI, 2017b).

Na prática, isso significava estimular o desenvolvimento de tecnologias de informação voltadas à integração das instalações produtivas e dos sistemas de comunicação e gerenciamento

de grandes setores industriais, promovendo o florescimento de sistemas ciber-físicos nas plantas industriais, dando origem às chamadas fábricas inteligentes. Através de estímulo e financiamento governamental, a ideia por trás do programa é a de transformar a Alemanha na promotora e exportadora do modelo de plantas industriais com integração ciber-físicas, capazes de se comunicarem interna e externamente de forma autônoma e independente, de ajustarem níveis de produção de acordo com custos, tempo, logística, segurança, sustentabilidade do produto e garantir aumento da produtividade e eficiência das indústrias. Grandes grupos como a Bosch e a SAP já incorporaram esse paradigma a seus processos produtivos, e outras empresas dos setores de tecnologia de automação, fabricação de máquinas para a indústria de transformação, produção automobilística, fármacos e química já trabalham em cooperação com laboratórios de universidades e agências governamentais para desenvolver projetos que otimizem suas unidades com sistemas ciber-físicos e estabelecimento de fábricas inteligentes. Desse modo, desafios sistêmicos como a escassez de recursos naturais, a mudança da chave na matriz energética mundial, a mobilidade sustentável e o peso das mudanças demográficas podem ser conduzidos sob a liderança do paradigma de integração ciber-física da indústria 4.0 concebida a partir da Alemanha.

3.2 O *National Strategic Plan For Advanced Manufacturing* nos Estados Unidos:

Elaborado ainda dentro do governo de Barack Obama, como parte da estratégia nacional de inovação dos Estados Unidos, o *National Strategic Plan for Advanced Manufacturing* tem por objetivo sustentar a produção de alta intensidade tecnológica em solo norte-americano. Em razão do peso que a indústria de alta tecnologia possui na geração de empregos de alta renda, na constituição do PIB, nas exportações de produtos manufaturados e nos gastos com pesquisa e desenvolvimento, a opção feita pelo governo federal durante a recuperação da crise econômica de 2007/2008 por um movimento de incentivo a tecnologias de fronteira visava não apenas reativar o ciclo de crescimento econômico baseado na produção, mas apostar em tecnologias portadoras de futuro que pudessem garantir aos Estados Unidos condições de manter a liderança do ciclo de acumulação da economia-mundo capitalista (MOREIRA Jr., 2016).

Nesse sentido, a manufatura avançada se encontra com o paradigma da Quarta Revolução Industrial ao compatibilizar pesquisas com materiais oriundos das ciências físicas e biológicas, como a nanotecnologia, a bioquímica, a biotecnologia, com a coordenação de informações a partir de redes e com vistas à automação. Dessa fusão, nasce a manufatura avançada. Com forte investimento federal em pesquisas nas áreas de Ciências, Engenharias e Matemática, combinado a parcerias público-privadas na constituição de uma rede nacional de Institutos Regionais de Inovação Industrial, áreas como a de bioengenharia, medicina regenerativa, produtos farmacêuticos, materiais avançados, eletrônica híbrida e design digital foram alçadas à condição de conhecimento de fronteira em comparação ao restante do mundo (IEDI, 2017c). Estimuladas por um gigantesco mecanismo de compras governamentais e incentivos às exportações, a manufatura avançada, em diálogo com setores alinhados à Quarta Revolução Industrial, sobretudo no que tange às categorias de inovação na área de bioprodução tecnológica, adquire importância fundamental na agenda econômica e de segurança nacional estadunidense.

3.3 O Programa *Made in China 2025* do governo chinês:

Elaborado pelo Conselho de Estado Chinês e conduzido pelo Ministério da Indústria e Tecnologia, o programa *Made In China 2025* é uma espécie de resposta preventiva do governo à redução da competitividade chinesa frente ao mais baixo custo de mão de obra nos países periféricos, que pode impactar no deslocamento da produção industrial tradicional chinesa, bem como aos avanços tecnológicos e seus ganhos de eficiência por parte das principais empresas concorrentes nos países desenvolvidos, à medida que elas incorporam a lógica da Indústria 4.0 às suas plataformas produtivas. Com efeito, o programa canaliza recursos financeiros para empresas públicas e privadas, reorienta políticas fiscais e tributárias, reorganiza institucionalmente políticas voltadas à propriedade intelectual e aos recursos humanos, e visa desafiar as corporações internacionais líderes através da internacionalização de marcas chinesas em nichos de alta tecnologia. Para isso, busca promoção integrada e digital dos serviços destinados ao setor industrial, e aplicação de métodos verdes de produção (IEDI, 2018).

A meta do *Made in China 2025* é atingir o topo da cadeia de valor da indústria de transformação, fugindo da armadilha da renda média em três etapas: até 2025 modernizando os setores industriais promovendo o impulso em tecnologias de manufatura inteligente, eficiência energética e liderando cadeias globais de valor da indústria de alta complexidade; a segunda etapa até 2035, com o desenvolvimento de inovação autóctone, sem a necessidade de importar tecnologias portadoras de futuro de competidores internacionais; e até 2049 a última etapa, no ano do centenário da revolução chinesa, com a intenção de figurar como líder mundial nos principais setores industriais de alta tecnologia.

Para alcançar as metas do *Made in China 2025*, algumas diretrizes para a indústria no país foram elaboradas pelo Conselho de Estado Chinês: desenvolvimento impulsionado pela inovação, acompanhado de inovação colaborativa e transindustrial com tecnologias inteligentes e em rede; competição com alta qualidade, com estabelecimento de leis e regulamentos padronizados para a supervisão e controle de qualidade compatíveis com a concorrência internacional; desenvolvimento verde, com aplicação de tecnologias, equipamentos e processos de produção limpa e economia de energia, visando o desenvolvimento sustentável como foco da dinâmica industrial; otimização da estrutura industrial através do empreendimento de *clusters* capazes de atualizar as indústrias tradicionais com base nos dispositivos de manufatura avançada e inteligente; desenvolvimento de talentos com perfis pessoal, técnico e gerencial voltados às demandas da indústria moderna; e, planejamento pragmático, de longo prazo, orientado para o mercado e liderado pelo governo, com desenvolvimento independente, mas aberto à cooperação mundial.

Desse modo, entende o governo chinês, seria possível reduzir a dependência da China de tecnologia estrangeira e elevar a contribuição das atividades de ciência, tecnologia e inovação no país compatíveis com os preceitos da Quarta Revolução Industrial e da competição sistêmica internacional, estimulando projetos em novas áreas tecnológicas, como novos materiais e impressão 3D, biotecnologia, tecnologia de informação eletrônica, tecnologia elétrico-mecânica integrativa, e de tecnologia avançada de eficiência energética.

4. Desafios ao Brasil no mundo da Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial e os desdobramentos de sua Indústria 4.0 têm sido destaque na agenda não somente dos especialistas no âmbito do Fórum Econômico Mundial, mas naturalmente se tornou preocupação também de estudiosos, empresários e *policy makers* no Brasil (IEDI, 2017a). O fato do Brasil ter atrasado seu engajamento em uma verdadeira estratégia de desenvolvimento industrial e tecnológico no bojo da revolução técnico-científica dos anos 80 fez com que ele ficasse alijado das cadeias globais de valor no processo de reestruturação produtiva da economia-mundo capitalista entre as décadas de 90 e 2000.

Ao contrário dos países asiáticos, que puderam convergir suas políticas nacionais às transformações sistêmicas que se desenrolaram nesse período, o Brasil se vê incapaz de ocupar espaços de destaque nos nódulos tecnológicos das cadeias mercantis que vêm surgindo. Por sua vez, a grande demanda dos novos consumidores mundiais por *commodities* minerais e agrícolas, bem como produtos alimentícios, empurrou o Brasil para a exploração de um conjunto de vantagens comparativas de caráter primário-exportadoras, distanciando ainda mais a economia nacional das cadeias produtivas baseadas em bens de alta complexidade econômica. O resultado disso: maior especialização regressiva e desindustrialização. O país pagou caro pelos anos de distanciamento de qualquer projeto de desenvolvimento nacional baseado em uma estratégia de inserção internacional fundamentada nos avanços científico-tecnológicos

Para a situação atual brasileira, depreende-se a necessidade de abandono de qualquer perspectiva de desenvolvimento associado-dependente, e o restabelecimento de uma clara estratégia de inserção internacional autônoma, com bases domésticas de adaptação da estrutura produtiva às necessidades e oportunidades da Indústria 4.0. Assim, alguns elementos são essenciais para qualificar essa estratégia:

- uma política macroeconômica que auxilie a competitividade internacional da estrutura produtiva brasileira, com taxas de juros reais compatíveis com as demandas por investimento privado e uma taxa de câmbio que viabilize a concorrência dos produtos nacionais no exterior;

- uma política comercial que efetivamente diversifique as parcerias comerciais brasileira, abrindo novos mercados, estabelecendo acordos bilaterais e com blocos comerciais, promovendo a imagem das exportações brasileiras no exterior, aliando à imagem de grande exportador de *commodities*, também a imagem de produtor de bens de consumo e tecnologia, bem como a prestação de serviços;

- reformas institucionais para facilitar a atração de investimentos externo direto, respeitando as regulamentações ambientais e trabalhistas, tão caras ao nosso sistema socioambiental, mas que ofereça condições de estabelecimento de empresas estrangeiras em parceria com indústrias nacionais, por meio de acordos que prevejam acesso preferencial a mercados em troca de compartilhamento e transferência de tecnologia, ou criação de *Joint Ventures* para atuação internacional;

- investimentos significativos em obras de infraestrutura e procedimentos logísticos, acompanhado de gestão eficiente e regulamentada dos serviços públicos e concessionários desse setor;

- financiamento público, via agências de fomento e bancos de desenvolvimento, a setores estratégicos para incorporação das disrupções tecnológicas da Indústria 4.0;

– formação qualificada de mão de obra especializada em níveis técnico, graduado e pós-graduado em áreas diretas e correlatas para atuação com as interfaces oriundas da Indústria 4.0 e seus desdobramentos, como inteligência artificial, *blockchain*, tecnologia 3D e *Big Data*;

– consolidação de parques tecnológicos, laboratórios públicos, e institutos de ciência e tecnologia em constante diálogo com universidades, centros de pesquisa e pós-graduação e indústrias, promovendo transbordamento das pesquisas acadêmicas para produtos aplicados e comercializáveis;

A retomada de um projeto de inserção internacional que articule política industrial para conformação de um parque produtivo diversificado e tecnológico, aliado a incentivo à formação técnico-científica com foco em mão de obra especializada na promoção de inovação e desenvolvimento, em sintonia com uma política comercial e de atração de investimentos condizente com as reais necessidades de modernização do país, poderão levar o Brasil a apresentar condições de aproveitar as transformações conjunturais pelas quais passará o Sistema Interestatal na esteira das revoluções tecnológicas assistidas pela economia-mundo capitalista nos anos vindouros. Caso contrário, “robôs roubarão nossos empregos” e teremos sim, muitos problemas.

Considerações Finais

Traçar cenários para planejar estratégias de inserção internacional e formular políticas públicas é um dos trabalhos mais desafiadores a quaisquer analistas políticos e econômicos. Contudo, essa tarefa se torna ainda mais complexa quando o horizonte apresenta como principal força dinâmica a transição de paradigmas científicos e tecnológicos. Não é arriscado dizer que os analistas contemporâneos se encontrem diante desse desafio, visto que os recentes avanços tecnológicos e suas respectivas combinações tendem a consolidar inovações disruptivas com efeitos sociais e econômicos, além de possivelmente geopolíticos, ainda imprevisíveis.

A incorporação de tecnologias como a análise de Big Data a redes sociais ou prestação de serviços, a assimilação da internet aos equipamentos industriais e acessórios domésticos, ou o desenvolvimento de manufaturas integradas digitalmente e potencializadas por novos materiais na indústria ou na biomedicina, pode oferecer aos detentores de tais conhecimentos possibilidades ainda não estimadas de distanciamento na posse de recursos econômicos e estratégicos. A corrida para a conquista desses monopólios e garantia de acumulação proporciona pelos frutos dessa liderança já está posta no centro do sistema-mundo. Enquanto isso, os países periféricos e semiperiféricos pouco vislumbram além de tentar se beneficiar com o acesso a essas tecnologias ou a participação – periférica – no desenvolvimento desses arranjos vindouros.

Alemanha, Estados Unidos e China, em razão da capacidade estatal de planejamento e execução de estratégias focadas em ciência, tecnologia e inovação despontam como principais competidores nessas arenas. A simbiose entre grandes corporações empresariais, sistemas financeiros altamente dinâmicos, centros de pesquisa inovadores e estado fortemente participativo oferece como resultado destaque, em maior ou menor medida de acordo com a estratégia estabelecida, nos setores citados acima. Conseqüentemente, além de colher os frutos desse processo, enfrentarão as batalhas decorrentes dessa disputa.

Por outro lado, o Brasil, cuja lista de questões a serem priorizadas pela sua elite política, econômica e intelectual já apresenta enormes desafios, ganha mais um item: a necessidade de dar um amplo salto tecnológico que evite que o país despenque mais ainda na hierarquia da economia-mundo e fique completamente desconectado das cadeias produtivas de alta intensidade tecnológica, assim como do acesso aos dispositivos de uso e controle das inovações que devem afetar o cotidiano de centenas de milhões de habitantes mundo afora. Dado o cenário vivido ao longo das últimas décadas, e o presente desenhado a nosso país, se algumas das condições apontadas nesse texto não forem conduzidas, a lista de questões prioritárias deve ganhar mais um item de caráter perene.

REFERÊNCIAS

- ARRIGHI, Giovanni. *O Longo Século XX: Dinheiro, poder e as origens de nosso tempo*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- _____. *A ilusão do desenvolvimento*. Petrópolis, Vozes, 1997.
- _____. *Adam Smith em Pequim: origens e fundamentos do século XXI*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.
- BRYNJOLFSSON, Erik.; McAfee, Andrew. *A Segunda Era das Máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes*. São Paulo: Alta Books, 2016.
- BRUSSI, Antônio José Escobar. *Semiperiféria: Uma revisitação*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2015.
- FRIEDEN, Jeffrey. *Capitalismo Global: história econômica e política do século XX*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial). Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades para o Brasil. São Paulo, *Carta IEDI*, No. 797, 21.07.2017, 23 p., 2017a.
- _____. Indústria 4.0: A política industrial da Alemanha para o futuro. São Paulo, *Carta IEDI*, No. 807, 29.09.2017, 30 p., 2017b.
- _____. Indústria 4.0: O plano estratégico da Manufatura Avançada nos Estados Unidos. São Paulo, *Carta IEDI*, No. 820, 11.12.2017, 38 p., 2017c.
- _____. Indústria 4.0: A iniciativa Made in China 2025. São Paulo, *Carta IEDI*, No. 827, 26.01.2018, 38 p., 2018.
- LANDES, David. *A Riqueza e a Pobreza das Nações*. Por que algumas são tão ricas e outras são tão pobres. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- LIMA, Pedro Garrido C. *Posicionamento no sistema mundial e semiperiféria: evidências empíricas por meio de análise exploratória de dados no período 1950-2003*. Niterói, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 2007.
- MANYIKA, James. *Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation*. New York: McKinsey Global Institute, 2012.

- MENEZES, Henrique Z. *O Conflito Estados Unidos-Brasil sobre a Organização do Regime Internacional de Propriedade Intelectual no Século XXI: da 'Agenda de Patentes' à 'Agenda do Desenvolvimento'*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Política. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - UNICAMP, 2013.
- MOREIRA Jr., Hermes. A política de inovação do Governo Obama como estratégia de recuperação econômica e manutenção da liderança internacional. *OIKOS Revista do Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional da UFRJ*, Vol. 15 pp 21-35, 2016.
- NAYYAR, Deepak. *A corrida pelo crescimento: países em desenvolvimento na economia mundial*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2014.
- OURIQUES; Helton R.; VIEIRA, Pedro C. A condição semiperiférica do Brasil na economia-mundo capitalista: novas evidências. *Carta Internacional*, Vol. 2, 2017.
- OXFAM INTERNACIONAL. *Uma economia para o 1%: Como privilégios e poderes exercidos sobre a economia geram situações de desigualdade extrema e como esse quadro pode ser revertido*. Londres: Oxfam House, 2016.
- PIRES, Marcos C. O Brasil, o Mundo e a Quarta Revolução Industrial: reflexões sobre os impactos econômicos e sociais. *Revista de Economia Política e História Econômica*, Vol. 40, p. 5-36, 2018.
- PISTONO, Federico. *Os robôs vão roubar seu trabalho, mas tudo bem*. Como sobreviver ao colapso econômico e ser feliz. São Paulo: Penguin, 2017.
- RIFKIN, Jeremy. *A Terceira Revolução Industrial*. Como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo? Rio de Janeiro: Editora Record, 2014.
- SCHWAB, Klaus. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.
- SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia: um Ensaio Sobre suas Contribuições ao Desenvolvimento da Teoria Democrática*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- VIEIRA, Pedro A.; FERREIRA, Luiz M. O Brasil na atual conjuntura científico-tecnológica da economia mundo capitalista. In: VIEIRA, Rosângela: *O Brasil, a China e os Estados Unidos na atual conjuntura da economia-mundo capitalista*. Marília: Oficina Universitária, 2013.
- WALLERSTEIN, Immanuel. *El moderno sistema mundial: la agricultura capitalista y los orígenes del sistema-mundo*. México: Fondo de Cultura, 1979.
- _____. *Capitalismo Histórico e Civilização Capitalista*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.