

Política Industrial e Indústria 4.0: a retomada do debate em um cenário de transformações no paradigma tecnoprodutivo

A compreensão do desenvolvimento como um processo que envolve a acumulação e o consequente investimento associado ao progresso tecnológico e à transformação estrutural, em direção a atividades com maiores níveis de produtividade (FURTADO, 1961), tem reservado histórica e teoricamente um papel central à indústria no debate econômico. Tal fato decorre da percepção, que remonta ao menos desde as contribuições seminais de Hamilton (1791) e List (1841), da existência de uma determinação mútua entre os processos de industrialização e desenvolvimento em uma perspectiva mais ampla. A partir das interpretações clássicas de economistas do desenvolvimento desde meados do século XX, derivou-se dessa determinação mútua a compreensão generalizada de que o setor industrial apresentaria algumas características distintivas que o alçariam a um patamar hierarquicamente superior às demais atividades econômicas, posteriormente sintetizadas no que se convencionou denominar leis de Kaldor (1966, 1967).

De maneira geral, tais características decorreriam do maior valor agregado e da maior produtividade presente nas atividades industriais, de sua elevada capacidade de viabilizar retornos de escala positivos, de transmitir ganhos de progresso técnico e, por fim, de sua capacidade de amenizar restrições externas ao desenvolvimento dada a maior elasticidade renda da demanda por seus produtos quando comparada aos produtos não

industrializados. É justamente a partir da consolidação desse arcabouço que seriam construídas as clássicas interpretações sobre os determinantes das estratégias de desenvolvimento de diversos países no período pós II Guerra Mundial. Com base em um eixo comum que compreendia a industrialização como condição *sine qua non* ao desenvolvimento, tais interpretações sugeriam diferentes diretrizes de política industrial.

Segundo Andreoni e Chang (2019), é nesse contexto que a relação entre política industrial e desenvolvimento emergiria como um tema central no debate político e econômico. Dentre inúmeras interpretações, as de maior destaque político e na literatura oscilavam entre estratégias em busca do desenvolvimento equilibrado (através de um *Big Push* de investimento coordenado e simultâneo, conforme ROSENSTEIN-RODAN, 1943), da necessidade de se romper a inserção periférica na divisão internacional do trabalho (FURTADO, 1961; PREBISH, 1949), da essencialidade da forte atuação do Estado como elemento viabilizador de uma industrialização baseada em setores de bens de produção com elevadas escalas mínimas de eficiência tecnológicas e financeiras (GERSCHENKRON, 1973), e até da necessidade de se fomentar o desenvolvimento a partir dos efeitos que o desencadeamento de desequilíbrios setoriais da estrutura produtiva teria sobre os investimentos (HIRSCHMANN, 1958).

Apesar das inúmeras contribuições apresentadas no período de auge do debate sobre política industrial, Andreoni e Chang (2019) e Chang e Andreoni (2016) sugerem que uma lacuna existente nesses trabalhos seria a baixa ênfase atribuída aos desafios institucionais e políticos à implementação destas políticas. Tais lacunas, entretanto, seriam contornadas no segundo grande momento de destaque da política industrial no debate político e econômico – materializado nos esforços para se compreender os determinantes do avanço produtivo e tecnológico de alguns países do Leste e Sudeste Asiático. Ainda segundo os autores, as análises dos anos 1970 e 1980 trouxeram três grandes contribuições: (a) enfatizou-se a necessidade de se compreender as relações complexas entre cooperação e competição; (b) atribuiu-se maior ênfase à capacidade de implementação das políticas públicas; e (c) conferiu-se maior evidência à compreensão da natureza do processo de aprendizado tecnológico e inovativo. Nessa fase merecem destaque os trabalhos de Johnson (1982), Amsden (1989), Evans (1995) e Chang (1994).

Após esse período em que assumiu proeminência, a compreensão da política industrial como instrumento para se fomentar o desenvolvimento tornou-se alvo crescente de críticas por parte das correntes econômicas *mainstream*. A acentuação destas críticas coincidiu com a reação liberal gestada pelas políticas coordenadas entre os governos Reagan e Thatcher na década de 1980.

Após um “longo inverno”, tem-se observado um movimento nos anos recentes de retomada da centralidade da política industrial nas estratégias de desenvolvimento nacionais, principalmente pós-crise de 2008 (O’SULLIVAN *et al.*, 2013; RODRIK; AIGINGER, 2019). Dentre as inúmeras ações nesta direção, são ilustrativos os esforços para a promoção de tecnologias associadas ao que se tem convencionado denominar de Indústria 4.0, com o intuito de se impulsionar a transição para um novo paradigma tecnoprodutivo. Cabe citar inclusive a presença recente do tema no âmbito do Fundo Monetário Internacional, ilustrada pela publicação do *working paper* intitulado “*The Return of the Policy That Shall Not Be Named: Principles of Industrial Policy*” (CHERIF e HASANOV, 2019), em que se admite a tese de que diretrizes classificadas até então como heterodoxas podem ser exitosas para se fomentar o processo de *catching-up* em economias de renda média e baixa.

Por parte dos países centrais, assiste-se à retomada de iniciativas explícitas de política industrial que buscam reconfigurar os determinantes da competitividade de forma a se contrapor à escalada da contestação chinesa às suas respectivas estruturas produtivas e, assim, reestabelecer a hierarquia historicamente construída entre as nações no que diz respeito às suas superioridades produtiva e tecnológica.

Já a partir da perspectiva chinesa, amplas estratégias como o *Made in China 2025*, o *China Standards 2035* seriam instrumentos para se aproveitar das oportunidades derivadas da transição entre paradigmas tecnoeconômicos (PEREZ, 2004) e acelerar o processo nacional de *catching up*. (LEE, Kai-Fu, 2019^a; NOLAN, 2014). De maneira geral, o conjunto de políticas industriais e tecnológicas que pautam tal estratégia mais ampla se insere em um contexto de acirramento da competição intercapitalista internacional, o qual se acentua pós-crise de 2008. A partir de uma interpretação que se convencionou denominar de tecnonacionalista, tais políticas se organizam por meio de um eixo *top down* e

se materializam em inúmeros esforços que se retroalimentam para reforçar o sistema nacional de inovação chinês em paralelo ao fortalecimento da estrutura produtiva (ZHOU; LIU, 2016; CHEN; NAUGHTON, 2016).

Este mesmo fenômeno de renascimento do debate sobre política industrial desdobra-se na dimensão teórica em um conjunto de trabalhos que revisitam a análise das políticas de fomento ao desenvolvimento. As estratégias derivadas destas contribuições espraiam-se por um amplo leque de abordagens e estratégias, desde aquelas que buscam de alguma maneira o desenvolvimento a partir da potencialização de atividades correlatas aos elos da estrutura produtiva que já apresentam vantagens comparativas (como a ideia de *Growth Identification and Facilitation* (GIF) de LIN, 2011) ou certo nível de complexidade produtiva doméstica (conforme as proposições de diversificação a partir de *Space Product*, de HIDALGO; HAUSMANN, 2009), até mesmo aquelas que concentram suas análises na relação entre o impacto das externalidades informacionais no desincentivo à inovação e à diversificação da estrutura produtiva, tal qual sugerem Hausmann e Rodrik (2003, 2006).

Apesar do destaque político e na literatura destas contribuições de expoentes internacionais dos temas relativos à política industrial, trabalhos de Ha-Joon-Chang e Antonio Andreoni, (ANDREONI; CHANG, 2019; ANDREONI; GREGORY, 2013) apresentam uma perspectiva crítica sobre as limitações presentes no atual debate. De maneira geral, os autores sinalizam a necessidade de se retomar a centralidade da ‘estrutura produtiva’ como objeto de análise. Reforçam ainda que esta análise deve levar em consideração questões negligenciadas ou, na melhor das hipóteses, tangenciadas no debate e novos desafios colocados. Entre essas questões negligenciadas destacam as interdependências estruturais, tensões e desequilíbrios inter e intrassetoriais, a necessidade de construção de instituições e alinhamentos de políticas, e a gestão de conflitos de interesses e de capacitações organizacionais estatais (ANDREONI; CHANG, 2019). Como novos desafios, apontam o avanço das cadeias globais de valor, da financeirização e do que denominam de novo imperialismo (financeiro e tecnológico).

A partir da identificação destas lacunas, os autores propõem um novo arcabouço de análise, derivado de uma matriz de pacotes de política industrial, a qual busca oferecer instrumentos para a coordenação

simultânea de diversos níveis (setoriais, geográficos e/ou políticos) de implementação de política industrial, seja ela com ênfase na demanda ou na oferta (O'SULLIVAN *et al.*, 2013). De maneira complementar, Andreoni (2020) sugere que o avanço da digitalização das atividades produtivas e a conseguinte dependência mútua entre manufatura e serviços traz a necessidade das análises de política industrial se deslocarem da dimensão setorial para o que ele denomina de ecossistemas industriais. Assim, os objetos de investigação transitarão do setor e do produto para a análise de fatores que levariam em consideração as tecnologias embarcadas, a vinculação ao local da produção e as permanentes transformações nos métodos de produção. A partir desta percepção, o autor sugere a compreensão do desenvolvimento não como um processo supostamente linear de transformação estrutural de atividades primárias em direção à industrialização e à economia baseada em serviços intensivos em conhecimento, mas como um processo simbiótico de interdependência mútua entre as tecnologias pervasivas – principalmente digitais – a estes três setores (ANDREONI, 2020).

Ainda no sentido de se sugerir transformações no arcabouço mais tradicional de política industrial, Mazzucato (2014) e Mazzucato, Kattel e Ryan-Collins (2020) também destacam a necessidade de se compreendê-la em perspectiva intersetorial. A partir da ideia de se definir políticas orientadas a missões, a autora confere papel central à capacidade do Estado em moldar e influenciar as rotas de transformação tecnológica (*Routes*) como instrumentos para se fomentar um crescimento inteligente e um sistema de interação simbiótico entre Estado e setor privado. A efetividade destas políticas, por sua vez, seria influenciada pelas capacidades de aprendizado dinâmico das organizações públicas (*Organizations*) e pela necessidade de se construir novos instrumentos de avaliação das políticas a partir de uma lógica baseada na eficiência dinâmica (*Assessment*). Esse arranjo (*ROAR toolkit*) seria tão mais pujante quanto mais justa fosse a distribuição dos riscos e das recompensas entre instituições públicas e privadas (*Risks and Rewards*).

Também em perspectiva que transcende as clássicas análises de recorte setorial, Keun Lee (2019) procura sistematizar um conjunto de diretrizes de política industrial necessárias para se contornar a armadilha da renda média e viabilizar processos de *catching-up* a partir da lógica

das cadeias globais de valor. Segundo o autor, tais diretrizes seriam essencialmente dinâmicas e coevoluiriam em paralelo (i) ao avanço das competências tecnológicas e produtivas locais e (ii) às oportunidades oferecidas pelas transformações nos ciclos tecnológicos internacionais.

De maneira sintética, o autor sugere que as políticas industriais efetivas parecem ser aquelas que fomentam inicialmente o aprendizado a partir da integração às cadeias globais de valor via acoplamento às tecnologias de ciclos curtos e se deslocam gradativamente para o fomento às inovações endógenas em paralelo à criação de uma sólida estrutura empresarial doméstica. Após tal consolidação, o autor sugere que as políticas novamente se redirecionem, dessa vez para fomentarem a integração nas cadeias a partir do posicionamento em etapas de maior valor adicionado via desenvolvimento de marcas próprias por parte de grandes empresas locais. Por fim, estas deveriam redirecionar seu posicionamento em direção a tecnologias de ciclos longos, como forma de se estabelecerem em segmentos com estrutura de mercado menos passíveis de contestação por parte de outros países em busca de processos de *catching-up*.

Apesar dos diferentes recortes analíticos, uma questão transversal às contribuições recentes ao debate sobre política industrial é a necessidade de se revisitar algumas mediações da relação entre transformação estrutural e desenvolvimento (CHANG; ANDREONI, 2016; ANDREONI; CHANG, 2016 e 2019; MAZZUCATO KATTEL; RYAN-COLLINS, 2020; BRUN; GEREFFI; ZHAN, 2019). De maneira geral, tal necessidade decorre das transformações do paradigma tecnoprodutivo atual desde a consolidação das cadeias globais de valor, as quais têm sido intensificadas a partir do avanço das tecnologias associadas ao que se convencionou denominar de Indústria 4.0. Dentre os principais desafios à adequação do arcabouço de política industrial a estas transformações, pode-se citar a necessidade de se compreender:

- a) as influências das cadeias globais de valor nas relações entre distribuição geográfica da atividade manufatureira, geração e apropriação de valor e o potencial de contribuição da indústria para o desenvolvimento (ANDREONI, CHANG 2016; BRUN; GEREFFI; ZHAN, 2019; BUTOLLO, 2020; ROSELINO; DIEGUES, 2020).

- b) os impactos da digitalização e da transição para o paradigma da Indústria 4.0 e a conseguinte dificuldade de se estabelecer fronteiras analíticas claras entre atividades industriais e de serviços (ANDREONI, 2020).
- c) as influências da manufatura inteligente na transformação da relação entre industrialização, potencial de geração de emprego manufatureiro qualificado e nos determinantes da distribuição geográfica da produção (BUTOLLO, 2020).
- d) a forma que a transformação da dinâmica de acumulação empresarial – baseada na lógica da maximização do valor acionário – impacta na dinâmica inovativa industrial (LAZONICK, 2015).
- e) a crescente importância da organização em torno de plataformas como elemento norteador da dinâmica concorrencial, inovativa e de acumulação nos setores tecnologicamente mais dinâmicos (BEARSON; KENNEY; ZYSMAN, 2019; BORRUS; ZYSMAN, 1997; CUSUMANO; GAWER, 2001).

A emergência de parte importante destes desafios à agenda de pesquisa que acompanha a retomada do debate sobre política industrial em escala internacional ocorre simultaneamente aos esforços empreendidos inicialmente por países como Alemanha e EUA de se empurrar a fronteira tecnológica em direção à Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 surge como uma ideia mobilizadora de iniciativas governamentais e empresariais em torno do advento de um novo paradigma tecnoprodutivo. O termo, elaborado originalmente na Alemanha e apresentado ao público mais amplo em 2011, rapidamente se difundiu internacionalmente como representativo de um processo de transformação das bases técnicas da produção industrial em direção a uma alegada quarta revolução industrial. Essa temática da Indústria 4.0 passou a ocupar espaço de destaque na agenda de diversos governos nacionais, assim como de organismos multilaterais e acadêmicos, tendo inclusive sido escolhida como objeto central da edição de 2016 do Fórum Econômico Mundial.

O novo paradigma industrial vislumbrado a partir do avanço da Indústria 4.0 promoveria a eliminação das fronteiras entre as dimensões cibernética e física dos processos produtivos, mediante a constituição dos

“sistemas ciber-físicos”. O novo paradigma constituído por essa “manufatura inteligente” apontaria para a possibilidade de que equipamentos e componentes lógicos colem, compartilhem e processem dados em tempo real, como resultado do emprego combinado de tecnologias avançadas de *IoT* (internet das coisas), computação em nuvem, inteligência artificial, *big data* e sensores inteligentes.

A perspectiva dominante na literatura referente a essas transformações em curso destaca a natureza tecnológica do fenômeno, apontando para os desdobramentos promissores derivados da aplicação de um conjunto de novas tecnologias que teria surgido nos últimos anos. Essa abordagem bastante difundida sugere a iminência de uma efetiva revolução nos modelos de negócio em escala global com profundos efeitos sociais e econômicos.

Um exemplo dessa interpretação centrada nos determinantes tecnológicos deste processo, e que teve significativa repercussão nos meios empresariais, é o abrangente relatório do McKinsey Global Institute (Manyika, 2013), que elencou um conjunto de doze tecnologias que potencialmente conduziriam a profundos efeitos sociais e econômicos no futuro próximo:

As tecnologias importantes têm o potencial de mudar drasticamente o status quo. Elas podem transformar a forma como as pessoas vivem e trabalham, criar novas oportunidades ou transferir excedentes para as empresas e impulsionar o crescimento ou alterar a vantagem comparativa das nações. (MANYKA, 2013, p. 3)

Essa perspectiva de interpretação das transformações em curso, a partir de uma abordagem centrada no seu caráter tecnológico, reserva pouco destaque ao papel das políticas públicas na gestão e fomento dessa nova etapa do desenvolvimento da base técnica da produção, sugerindo a necessidade de iniciativas dos *policy makers* voltadas sobretudo à absorção ou maior difusão no uso dessas tecnologias. O papel destinado às políticas públicas teria assim um caráter mais reativo, especialmente no enfrentamento de consequências sociais adversas como as previstas para o mercado de trabalho, bem como na direção do atendimento de novos requisitos de qualificação da mão de obra.

Em uma perspectiva crítica sobre o tema, Daudt e Willcox (2016) afirmam que essa visão dominante do debate trata as tecnologias associadas à Indústria 4.0 como se estas estivessem livremente disponíveis às diversas estruturas produtivas nacionais em uma espécie de “bazar”. Assim, restaria aos agentes locais a promoção de condições virtuosas para que as diversas estruturas empresariais nacionais pudessem se beneficiar de soluções tecnológicas disponíveis “nas prateleiras”.

O entendimento que motivou a proposição dessa seção especial da Revista Brasileira de Inovação opõe-se a essa visão estritamente tecnicista, que atribui caráter exógeno ao processo de tecnológico associado ao novo paradigma emergente. Ou seja, entende-se que não há caráter de espontaneidade no desenvolvimento das tecnologias associadas à Indústria 4.0, mas que este processo é essencialmente decorrente de estratégias nacionais conscientemente planejadas e executadas. Em outros termos, parte-se de uma concepção de que as transformações em curso foram fundamentalmente forjadas a partir de estratégias nacionais deliberadas de política industrial por parte das principais potências industriais.

Nesse sentido, o impulsionamento dessas tecnologias associadas à Indústria 4.0 estaria inserido no que O’Sullivan *et al.* (2013) identificou como um movimento generalizado voltado às iniciativas de políticas industriais em resposta às mudanças ocorridas no sistema manufatureiro global durante as últimas décadas, com base na análise da evolução das políticas industriais em países selecionados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Apesar de distintas intensidades de intervenção e formatos específicos a cada experiência nacional, o autor identificou como caráter geral dessas iniciativas uma preocupação comum com o desenho de instrumentos voltados à preservação ou recuperação de atividades manufatureiras locais, baseados em uma abordagem sistêmica da atividade produtiva, exigindo elevado grau de coordenação entre diferentes atores envolvidos.

As novas formas da organização global da produção surgidas no final do século passado, associadas à internacionalização produtiva num contexto de liberalização comercial e financeira, representaram assim o pano de fundo sobre o qual se desenrolou, desde então, a exitosa estratégia de desenvolvimento por parte do Estado chinês.

Para além desses efeitos mais diretamente associados à dimensão produtivista, outro aspecto de carácter menos evidente se manifesta e se intensifica nos anos recentes. A partir de uma estratégia de desenvolvimento nacional coerente com um projeto de longo prazo o setor empresarial chinês, privado e estatal, avançou progressivamente em direção às atividades de maior conteúdo e dinamismo tecnológico em espaços de mercado que antes eram exclusivos aos capitais originários de economias do capitalismo central.

A partir de uma participação crescente na produção manufatureira mundial a política industrial e de desenvolvimento da China foi capaz de conquistar capacitações locais para avançar em termos tecnológicos e inovativos. Da posição conquistada de “oficina mecânica do mundo”, na virada do século, os chineses passaram a almejar um espaço equivalente como potência tecnológica e inovativa. Nessa perspectiva, é com base no significado que esse processo tem como ameaça às posições históricas das dianteiras tecnológicas e produtivas das economias centrais que se deveria interpretar as iniciativas em direção ao desenvolvimento da indústria 4.0.

Esse movimento de espraiamento espacial dos elos produtivos corroeu o tecido industrial das economias centrais, com importantes efeitos sobre os balanços de pagamentos, dinâmicas econômicas nacionais e, inclusive, sobre os mercados de trabalho e estruturas ocupacionais e de renda.

O novo paradigma tecnoprodutivo da Indústria 4.0 representaria, portanto, uma das dimensões da resposta das economias avançadas à nova morfologia da produção que emergiu nas últimas décadas do séc. XX e, em particular, à ascensão da China inicialmente como centro manufatureiro e, progressivamente, também como potência tecnológica.

Hirsch-Kreinsen (2016) explica como a construção de uma agenda política em torno da Indústria 4.0 resultou da confluência de diversos interesses organizados em um processo capitaneado pelo Estado alemão. A iniciativa foi capaz de articular a partir dessa ação estatal diferentes atores das esferas empresarial e acadêmico-científica. A confluência desses interesses, que promoveria inclusive a participação de representantes sindicais, apontaria para a possibilidade da Alemanha se reafirmar como um centro produtivo globalmente competitivo, a despeito de elevados salários locais.

As promissoras tecnologias associadas ao novo paradigma em construção viabilizariam simultaneamente o atendimento de mercados segmentados com produtos diferenciados com reduções nos custos de produção graças aos prometidos ganhos de eficiência e flexibilidade. Não apenas os elos produtivos individuais seriam aprimorados, uma vez que toda a cadeia de valor seria beneficiada pelos propalados efeitos da adoção generalizada dessas tecnologias, em um movimento capaz de revigorar todo o tecido industrial alemão.

A generalização da nomenclatura alemã para a nova revolução em curso se deu concomitantemente ao desenho e implementação de políticas com concepções similares a respeito do novo paradigma produtivo emergente em virtualmente todas as nações de capitalismo avançado, em especial nos Estados Unidos.

É a partir deste contexto de transformações no paradigma produtivo atual que se devem analisar as principais contribuições dos trabalhos constituintes dessa seção especial. Os artigos lançam luz sobre essa complexa problemática e se complementam com distintos recortes e abordagens, consumando com sucesso o objetivo proposto na chamada de artigos para essa seção especial sob o tema “Novos Paradigmas Produtivos: desafios ao desenvolvimento em um cenário de emergência da Indústria 4.0 e da retomada da política industrial”, qual seja, o de refletir sobre as transformações das estruturas produtivas internacional e brasileira em um cenário de acirramento da concorrência internacional, aceleração das transformações tecnológicas e de retomada da compreensão da indústria como setor fundamental para o desenvolvimento econômico.

O artigo de abertura busca analisar o ressurgimento internacional da política industrial como estratégia para se fomentar as transformações produtivas e tecnológicas associadas ao que tem se convencionado denominar de indústria 4.0. Em *The resurgence of industrial policies in the age of advanced manufacturing: an international comparison of industrial policy documents*, Labrunie, Penna e Kupfer (*in memoriam*) analisam os planos recentes de política industrial de China, Alemanha, Japão, Reino Unido e Estados Unidos – por meio de recortes que envolvem as narrativas, o *design* das políticas e seus instrumentos. Através destas análises, os autores mostram que o ressurgimento de políticas industriais explícitas pós-crise de 2008 está relacionado tanto com o enfrentamento

de megatendências relacionadas às transformações sociais, demográficas e ambientais, quanto às possíveis redefinições das assimetrias competitivas internacionais derivadas da transformação digital em gestação. Como principais conclusões, enfatizam que dada a complexidade da inovação, tais políticas exigem um elevado grau de convergência entre atores e instituições. Mostram também que esse ressurgimento se dá sobre novas bases, afastando-se das “velhas” políticas do séc. XX, em especial exibindo uma postura mais cautelosa com medidas de caráter mais intervencionista em relação aos mecanismos de mercado.

O segundo artigo, “O Sistema Tecnológico Digital: inteligência artificial, computação em nuvem e Big Data”, busca apresentar um esforço de compreensão sistêmica das diversas transformações associadas a um conjunto de tecnologias que está na base da reorganização do paradigma produtivo atual. Em uma abordagem apreciativa, Silva, Bonacelli e Pacheco sugerem a necessidade de se compreender a relação entre essas tecnologias e seus desdobramentos a partir de uma perspectiva integrada, que abarque os impactos socioeconômicos, institucionais, nos modelos de negócio, na dinâmica de geração de valor e na própria integração tecnológica. Como conclusão, os autores sugerem a possibilidade de analisar o sistema tecnológico digital em consolidação tanto a partir de uma perspectiva de continuidade quanto de ruptura. Os elementos de continuidade decorreriam de suas inter-relações com sistemas tecnológicos precedentes, caracterizando-os como uma fase avançada das TICs que emergem nos anos 1970. Já a descontinuidade decorreria da hipótese de que o avanço da transformação de dados em ativos de mercado poderia se configurar como um movimento análogo aos processos de transformação da terra e do trabalho em mercadoria e, então, criaria as bases para uma transição profunda da sociedade global. A intensidade das transformações, seja em um cenário de continuidade ou de ruptura seria condicionada pela capacidade de readequação permanente do aparato institucional.

Também a partir do objeto de análise associado às tecnologias da indústria 4.0, o artigo de Lima e Gomes pretende avaliar características da produção científica internacional na área (“Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica”). Como contribuição inicial, o trabalho apresenta uma visão integrada do fenômeno e busca caracterizar conceitos e tecnologias a partir de quatro categorias: (a) termos

conceituais; (b) tecnologias básicas; (c) tecnologias habilitadoras; e (d) áreas promissoras. No que diz respeito aos resultados da análise bibliométrica, inicialmente os autores destacam o crescimento vertiginoso das publicações na área, com destaque para aquelas relacionadas à “ciência da computação” e “engenharias”. Mostram também que é possível observar uma ligação entre essas áreas e aquelas voltadas às “ciências da decisão” e “negócios, gestão e contabilidade”, o que sinalizaria a transversalidade das tecnologias em gestão. Com relação aos países, merecem destaque as publicações originárias de EUA e China. Segundo Lima e Gomes, “o papel destacado dos EUA na ‘Terceira Revolução Industrial’ parece ter-lhes garantido habilidades em termos das tecnologias habilitadoras. Tais capacitações, necessárias às tecnologias básicas da Indústria 4.0, parecem estar renovando o domínio tecnológico do país”. Já no caso chinês, os resultados parecem estar relacionados a esforços deliberados de política industrial, tal qual expresso no *Made in China 2025*.

O quarto artigo dessa seção especial, de autoria de Barbieri e Neris, oferece uma avaliação dos impactos potenciais de tecnologias associadas à emergência do novo paradigma técnico-econômico a partir de um recorte setorial. O artigo “Uma avaliação dos impactos da Indústria 4.0 sobre o setor aeronáutico” busca nas referências clássicas do pensamento evolucionário o embasamento para um esforço de análise que explora a relação entre as mudanças técnicas em curso e seus potenciais efeitos sobre condições de concorrência e as estruturas de mercado do setor. A partir da identificação de seis principais tecnologias que afetariam o setor, e dos nove segmentos que compõem a indústria aeronáutica, o artigo apresenta uma tipologia que se propõe a conjecturar sobre os potenciais efeitos sobre as estruturas de mercado na próxima década. Como resultado tem-se a identificação de quatro principais grupos de acordo com os impactos previstos: a) sem alterações significativas; (b) com pequenas alterações em decorrência de novos entrantes; (c) alterações intermediárias e; (d) grandes alterações. Adicionalmente, o artigo aponta prospectivamente para a possibilidade de que se assista à criação de um novo segmento dentro da indústria, de veículos aéreos urbanos autônomos, resultado da introdução de um conjunto de inovações disruptivas que já está em curso.

Por fim, essa seção especial se completa com o artigo de Torezani, intitulado “Produtividade da indústria brasileira no período 1996-2016: decomposição do crescimento e padrões de concentração em uma abordagem desagregada”. O trabalho traz contribuições relevantes para o diagnóstico da estrutura industrial brasileira e de sua evolução recente, oferecendo elementos para se identificar fragilidades existentes e os desafios para uma política industrial voltada à transição ao novo paradigma. O artigo lança luz sobre a significativa heterogeneidade que caracteriza a estrutura industrial brasileira, que se revela pela coexistência de atividades com expressivas diferenças de produtividade. O artigo desenvolve uma cuidadosa abordagem empírica a partir de um tratamento desagregado das 95 atividades econômicas pertencentes à indústria de transformação brasileira com base nos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresas) para o período 1996-2016. Oferece uma contribuição original ao estudo da indústria brasileira ao apresentar uma análise integrada de quatro diferentes métodos de decomposição do crescimento da indústria a partir de dados anuais desagregados para o período, propiciando identificar se as alterações (positivas ou negativas) na produtividade industrial resultam de crescimento mais concentrado ou distribuído entre as atividades econômicas. Os resultados indicam contribuições positivas do componente intrasetorial e negativas da mudança estrutural, com a predominância desta última, indicando a reversão das condições que prevaleceram durante o período de industrialização brasileira.

Referências

AMSDEN, A.H. *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. New York: Oxford University Press, 1989.

ANDREONI, A. Technical change, the Shifting Terrain of the ‘Industrial’ and Digital Industrial Policy. In: CHANG, H.-J.; CRAMER, C.; KOZUL-WRIGHT, R.; OQUBAY, A. (ed.). *The Oxford Handbook of Industrial Policy*. Oxford University Press, 2020.

ANDREONI, A.; CHANG, H.-J. Industrial policy and the future of manufacturing. *Economia e Politica Industriale*, v. 43, n. 4, p. 491-502, 2016.

- ANDREONI A.; CHANG, H.-J. The Political Economy of Industrial Policy: Structural Interdependencies, Policy Alignment and Conflict Management. *In: ANDREONI, A.; CHANG, H.-J.; SCAZZIERI, R. (ed.). Structural change and economic dynamics*, v. 48, p. 136-150, 2019. (Special Issue: Frontiers of Industrial Policy: Structures, Institutions and Policies).
- ANDREONI, A.; GREGORY, M. Why and how does manufacturing still matter: old rationales, new realities. *Revue d'Economie Industrielle*, v. 144, n. 4, p. 21-57, 2013.
- BEARSON, D.; KENNEY, M.; ZYSMAN, J. *New Work and Value Creation in the Platform Economy: A Taxonomy and Preliminary Evidence*. Berkeley, University of California, 2019. (BRIE Working Paper, 2).
- BORRUS, M.; ZYSMAN, J. *Wintelism and the Changing Terms of Global Competition: Prototype of the Future?* Berkeley, University of California, Feb. 1997. (BRIE Working Paper, 96B, p. 1-23).
- BRUN, L.; GEREFFI, G.; ZHAN, J. The “lightness” of Industry 4.0 lead firms: implications for global value chains. *In: BIANCHI, P.; DURÁN, C.R.; LABORY, S. (ed.). Transforming industrial policy for the digital age – production, territories and structural change*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2019.
- BUTOLLO, F. Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation? *Competition & Change*, p. 1-20, 2020.
- CHANG, H.-J. *The Political Economy of Industrial Policy*. London: Macmillan, 1994.
- CHANG, H.-J.; ANDREONI, A. Industrial Policy in a Changing World: Basic Principles, Neglected Issues and New Challenges. *Cambridge Journal of Economics 40 Years Conference*, 2016.
- CHEN, L.; NAUGHTON, B. An institutionalized policy-making mechanism: China's return to techno-industrial policy. *Research Policy*, v. 45, n. 10, p. 2138-2152, 2016.
- CHERIF, R.; HASANOV, F. *The Return of the Policy That Shall Not Be Named: Principles of Industrial Policy*. International Monetary Fund, 2019. (IMF Working Papers, 19/74).
- CUSUMANO, M.A.; GAWER, A. *Driving High-Tech Innovation: The Four Levers of Platform Leadership*. Center for e-Business@MIT, Oct. 2001. (Paper, 152).

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

EVANS, P.B. *Embedded autonomy: states and industrial transformation*. Princeton University Press, 1995.

FURTADO, C. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Editora Fundo de Cultura, 1961.

GERSCHENKRON, A. El atraso económico en su perspectiva histórica. *In: GERSCHENKRON, A. El atraso económico en su perspectiva histórica*. Barcelona, Ariel, 1973.

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

HAUSMANN, R.; RODRIK, D. Economic Development as Self-Discovery. *Journal of Development Economics*, v. 72, n. 2, p. 603-633, Dec. 2003.

HIDALGO, C.A.; HAUSMANN, R. The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009.

HIRSCH-KREINSEN, H. “Industry 4.0” as Promising Technology: Emergence, Semantics and Ambivalent Character, 2016. (Arbeitspapier, nr. 48).

HIRSCHMAN, A. *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press, 1958. v. 10.

JOHNSON, C. *MITI and the Japanese Miracle*. Stanford: Stanford University Press, 1982.

KALDOR, N. *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom*. Cambridge: Cambridge University Press, 1966.

KALDOR, N. *Problems of Industrialization in Underdeveloped Countries*. Ithaca: Cornell University Press, 1967.

LAZONICK, W. *Reforming the financialized business corporation*. EPRN, 2015.

LEE, K.-F. AI Superpowers: China, Silicon Valley and the New World Order. *Bus Econ*, v. 54, n. 3, p. 185-190, 2019.

LEE, K. *The Art of Economic Catch-up: Barriers, Detours and Leapfrogging in Innovation Systems*. Cambridge University Press, 2019.

LIN, J.Y. *New structural economics: a framework for rethinking development*. The World Bank, 2011. (Policy Research Working Paper Series, 5197).

- LIST, G.F. *Sistema nacional de economia política*. São Paulo: Nova Cultural, 1989. [1841].
- MANYIKA, J. *et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. San Francisco, CA: McKinsey Global Institute, 2013.
- MAZZUCATO, M. *O Estado empreendedor*. Desmascarando o mito do setor público x setor privado. São Paulo: Portfolio Penguin, 2014.
- MAZZUCATO, M.; KATTEL, R.; RYAN-COLLINS, J. Challenge-Driven Innovation Policy: Towards a New Policy Toolkit. *J Ind Compet Trade*, v. 20, p. 421-437, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10842-019-00329-w>.
- NOLAN, P. Globalisation and Industrial Policy: The Case of China. *The World Economy*, v. 37, n. 6, p. 747-764, June 2014.
- O'SULLIVAN, E.; ANDREONI, A.; LÓPEZ-GÓMEZ, C.; GREGORY, M. What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 29, n. 2, p. 432-462, 2013.
- PEREZ, C. *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México: Siglo XXI, 2004.
- PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus principais problemas. In: BIELSCHOWSKY, R. (org.). *Cinquenta anos de pensamento na CEPAL*. Rio de Janeiro, Cofecon-Cepal; Record, 2000. [1949]. v. 1.
- RODRIG, D.; AIGINGER, K. Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century. *Journal of Industry, Competition and Trade*, v. 20, p. 189-207, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10842-019-00322-3>.
- ROSELINO, J.E.; DIEGUES, A.C. *Limites do arcabouço tradicional de política industrial para o Brasil: elementos para uma abordagem alternativa em um mundo de estruturas fluidas*. Campinas, Instituto de Economia da Unicamp, 2020. (Texto para Discussão, n. 375).
- ROSENSTEIN-RODAN, P.N. Problemas de industrialização da Europa do Leste e do Sudeste. In: AGARWALA, A.N.; SINGH, S.P. (coord.). *A Economia do Subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Contraponto-Centro Celso Furtado, 2010 [1943]. p. 265-276.
- ZHOU, Y.; LIU, X. Evolution of Chinese State Policies on Innovation. In: ZHOU, Y.; LAZONICK, W.; SUN, Y. (ed.). *China as an Innovation Nation*. Oxford Scholarship Online, 2016. DOI:10.1093/acprof:oso/9780198753568.003.0002.

Antonio Carlos Diegues 

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas (SP), Brasil.
E-mail: diegues@unicamp.br

José Eduardo Roselino 

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Sorocaba (SP), Brasil.
E-mail: jeroselino@ufscar.br

SUBMISSÃO: 27 DE OUTUBRO DE 2020 APROVADO 17 DE NOVEMBRO DE 2020

Contribuição dos autores:

A. Fundamentação teórico-conceitual e problematização: Antônio Carlos Diegues e José Eduardo Roselino

B. Pesquisa de dados e análise estatística: Não se aplica

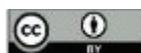
Elaboração de figuras e tabelas: Não se aplica

D. Elaboração e redação do texto: Antônio Carlos Diegues e José Eduardo Roselino

E. Seleção das referências bibliográficas: Antônio Carlos Diegues e José Eduardo Roselino

Conflito de Interesse: Não se aplica

Fonte de financiamento: Não se aplica



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution CC-BY, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.