

DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO CONTEXTO BRASILEIRO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

ELAINE MARIA DE MOURA SOUZA¹

RESUMO

Este artigo tem como objetivo destacar as principais transformações da economia global que condicionaram o desenvolvimento industrial brasileiro e suas possibilidades de avançar em direção a uma estrutura produtiva mais robusta. O estudo faz uma revisão da literatura objetivando investigar os desafios para a implantação da Indústria 4.0 no Brasil – tida como a quarta revolução industrial. Argumenta-se que o debate sobre o processo de industrialização no Brasil não aprofundou na discussão sobre os limites e possibilidades de desenvolvimento industrial brasileiro por não considerar adequadamente as transformações, associadas principalmente ao acirramento da concorrência global e à reorganização das empresas transnacionais. O texto tece um histórico da revolução industrial nas suas três primeiras fases que foram profundamente estudadas pela Economia, História e Geografia ao longo dos quatro últimos séculos, resgatando as principais características de cada uma das fases. Ainda aborda a diversidade de inovações disruptivas e as possibilidades da indústria nacional em relação à Indústria 4.0, apontadas no texto como possíveis, mas condicionadas à definição de políticas públicas para ciência e tecnologia e investimento em educação profissional.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0; Quarta Revolução Industrial; Indústria Brasileira; Possibilidades Industriais;

ABSTRACT

This article aims to highlight the main global economy transformations which have conditioned the Brazilian industrial development and its possibilities to move towards a stronger productive structure. The study reviews the literature investigating the challenges to settle down the Industry 4.0 in Brazil – considered as the fourth industrial Revolution. It is argued that the debate about the Brazilian industrialization process did not deepen the discussion over the boundaries and possibilities of this development. And this is because it does not properly consider the transformations mainly associated with the intensification of global competition and to the reorganization of transnational corporations. The work tells the Industrial Revolution history in its first three phases which have been deeply studied by Economics, History and Geography through the last four centuries, rescuing the main features of each phase. It also approaches the diversity of disruptive innovations and the possibilities of the national industry in relation to Industry 4.0. It is mentioned in the work that this is possible, but conditioned to the establishment of public policies for Science and Technology and the investment in professional education.

KEYWORDS: Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. Brazilian Industry. Industrial Possibilities.

¹ Universidade Federal do ABC. E-mail: elaine.sebrae@gmail.com

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial brasileiro tem sido objeto de um intenso debate nos últimos anos, movimentando um grande conjunto de acadêmicos, instituições empresariais e representantes de diferentes esferas governamentais. Grande parte deste debate tem ocorrido em torno da existência e da intensidade de um processo de desindustrialização na economia brasileira no período recente, assim como do papel da política pública neste contexto.

Este artigo argumenta que, embora tenha sido importante para chamar a atenção para temas importantes, como a reafirmação de que a indústria tem papel-chave no desenvolvimento econômico de um país – seja por suas economias estáticas e dinâmicas de escala, seja por desenvolver e difundir atividades inovadoras – ou de que a taxa de câmbio é uma variável fundamental para sustentar a competitividade industrial, existem aspectos relacionados principalmente às rápidas transformações que vêm ocorrendo na estrutura produtiva global e que ainda não receberam a devida ênfase no debate sobre a desindustrialização no Brasil.

Argumenta-se também que essas transformações, tanto por seus aspectos estruturais, quanto pelos seus desdobramentos conjunturais que receberam novo impulso a partir da crise iniciada em 2007-2008, afetam o desenvolvimento da indústria brasileira e condicionam o seu futuro. Dessa forma, a compreensão destas mudanças é fundamental e coloca-se como uma pré-condição para que se possa delinear uma estratégia de desenvolvimento produtivo e tecnológico mais eficaz.

Historicamente, as revoluções industriais são caracterizadas por profundas transformações e mudanças com reflexos significativos para a humanidade. Isto pode ser visualizado numa linha do tempo por três fases e características que marcam a produção industrial.

A primeira fase da revolução industrial teve seu início na Inglaterra em meados do século XVIII, tendo como principal característica a invenção e a produção das máquinas a vapor que provocaram uma verdadeira revolução, principalmente para o sistema de transporte. As máquinas a vapor foram bastante utilizadas em locomotivas e navios, algo que trouxe grande impulso para o sistema capitalista, marcando a importante transição da manufatura artesanal para a industrial que, num sistema capitalista, obviamente, também trouxe aspectos negativos, como a exploração da mão de obra e condições precárias de trabalho (SCHWAB, 2016).

A segunda fase, iniciada nos Estados Unidos no final do século XIX traz no seu bojo o uso de novas tecnologias aplicadas aos meios de transporte e máquinas industriais, além da introdução do uso do petróleo e energia elétrica como principais fontes de energia – abre espaço para o surgimento de sistemas de produção mais eficientes e produtivos. Ainda nos Estados Unidos, ao final da Segunda Guerra Mundial, tem origem a terceira fase da revolução industrial. Neste período ocorre a inserção da energia nuclear, o uso da informática e a melhoria das condições de trabalho e direitos trabalhistas, trazendo para o sistema capitalista uma tônica menos injusta. Essa terceira fase

dura até o século XXI (SCHWAB, 2016).

Atualmente, vivencia-se algo que tem sido denominado como sendo a quarta revolução industrial, pois a exemplo das três revoluções mencionadas anteriormente, é um movimento que tem trazido avanços para a indústria. Contudo, se apresenta com muito mais velocidade e é muito mais amplo e profundo, o que naturalmente, traz muitas oportunidades e diversos dilemas, ambos com implicações sociais, políticas e econômicas. Tal contexto exige que líderes de todas as áreas – empresas, universidades, governos e sociedade civil – promovam um debate sério sobre esta realidade e estruturam políticas e programas para que as inovações propostas pela quarta revolução industrial tragam benefícios mútuos para as pessoas, empresas e governos, e por fim e permanentemente garanta a sustentabilidade econômica, social, ambiental e cultural.

A quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, tem sido amplamente estudada e debatida. Grandes eventos mundiais e nacionais aconteceram em torno do tema, a exemplo da edição 2016 do Fórum Econômico Mundial, na Suíça, onde líderes do mundo inteiro se reúnem desde 1971 para discutir temas de interesse global. Em Davos, naquele ano, a “Revolução Industrial” destacou-se como tema central e, no Brasil, o conceito da Indústria 4.0 chegou também em 2016 e tem sido campo de ampla discussão, inclusive por entidades representativas da indústria, como a Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Para Balasingham (2016), a Indústria 4.0 é o resultado de vários estágios históricos da revolução industrial. Atualmente, no estágio da digitalização, a indústria conta com tecnologias de fabricação com alto nível de sofisticação, troca de dados e automação, influenciando o cenário industrial e a competitividade entre países. Sobre isto, Balasingham constata que “quanto maior o grau de digitalizados e em rede, os processos dentro das operações industriais, maior o desejo para mais interfaces em desenvolvimento, produção e vendas” (BALASINGHAM, 2016).

Klaus Schwab, presidente executivo e fundador do Fórum Econômico Mundial e um dos principais estudiosos do tema, no seu livro defende que a tecnologia e a digitalização irão revolucionar tudo, fazendo com que aquela tão gasta e maltratada frase se torne verdadeira: “desta vez será diferente”. No seu livro *A Quarta Revolução Industrial*, Schwab (2016, p. 31), avalia que a escala e escopo das mudanças explicam porque as rupturas e inovações atuais são tão significativas, citando exemplos concretos como Airbnb e Alibaba, que há bem pouco tempo eram desconhecidos, e hoje aparecem como referências nos ramos de hospedagem e comércio varejista, faturam milhões e são nomes bem familiares.

Diante deste contexto de tantas mudanças trazidas pela quarta revolução, a transformação digital – que por sua vez ainda não possui um conceito ou definição únicos – é o principal fenômeno decorrente das inovações implementadas no campo da indústria 4.0. Tanto que sobre ela, Azevedo (2017) argumenta:

(...) as novas formas de tecnologias que lidam com esta transformação trazem mudanças profundas em todos os setores da sociedade, afetando todo o modelo de negócio, produção, consumo, transporte, entrega e a forma como se vive. Portanto, é necessário ter uma visão compreensiva de como esta transformação muda em todos os aspectos o mundo no qual se vive, seja de modo social, cultural e econômico (AZEVEDO, 2017).

Isso traz a compreensão de que os temas Indústria 4.0 e Transformação Digital são indissociáveis, sendo necessário aos países que estão em processo de implementação dos novos processos de produção industrial a definição de estratégias que visem a estruturação de diretrizes.

O artigo está estruturado em três seções, além desta introdução. Na segunda seção realiza-se uma breve recuperação sobre as diferentes visões dentro do debate sobre a desindustrialização no Brasil. O objetivo da seção é apresentar uma avaliação sucinta, principalmente para apontar a ausência de elementos associados à reestruturação da estrutura mundial nessas diferentes visões.

A terceira seção busca sistematizar as principais mudanças na atividade produtiva e tecnológica global. A partir da ideia de que as assimetrias produtivas e tecnológicas observadas na economia mundial são uma dimensão-chave para considerar os limites e as possibilidades para o avanço das estruturas produtivas dos países em desenvolvimento. Busca-se analisar algumas tendências que sofreram mudanças expressivas nos anos recentes e redefiniram estes limites e possibilidades.

DESENVOLVIMENTO

No século XXI, aclamado como a era do futuro e esperado como um lugar onde a tecnologia exerceria forte influência em todas as áreas e aspectos da vida em sociedade (educação, saúde, segurança, transporte etc.), surge a Indústria 4.0.

Trata-se de uma referência à quarta fase da revolução industrial, termo cunhado pela primeira vez em 2012, na Alemanha, a partir da preocupação do Governo e das empresas com o futuro do país.

Agora, tal revolução, a partir do uso de outras máquinas, vem trazendo transformações que vão além do “chão de fábrica”, mas permeiam todo o universo do consumidor e considera fatores importantes para a sustentabilidade do planeta, o que tem sido possível, dentre outros, por meio de quatro pilares principais (SCHWAB, 2016), quais sejam: *big data* IOT – internet das coisas, robótica e *cloud computing*.

Estes pilares dizem respeito a uma série de externalidades das fábricas que, conciliadas entre si, criam um cenário de informações de consumo, cujos elementos dirigem a produção de bens de consumo, tais como alimentos, equipamentos, veículos, roupas, calçados e a mais variada gama de itens. Vejamos os conceitos de cada pilar:

a) *Big data* – é um termo que vai além da tradução literal do termo em inglês, pois além do volume

de informações (grande quantidade), também diz respeito à velocidade de processamento e à variedade de dados, que reunidos num único local (plataforma) e analisados em conjunto, produzem informações estratégicas sobre tendências e localização de consumidores.

b) IOT – Internet das coisas – se traduz pelo uso da internet em outros meios que não apenas os computadores, dotados de sensores e conexões capazes de gerar informações diversas, que dentre outras coisas, como por exemplo, informações para sistemas de segurança de prédios e condomínios, podem gerar informações acerca do consumo de bens e produtos de consumo.

c) Robótica - é a sinergia entre computadores, robôs e computação, que na indústria 4.0 é utilizada para obter eficiência e precisão.

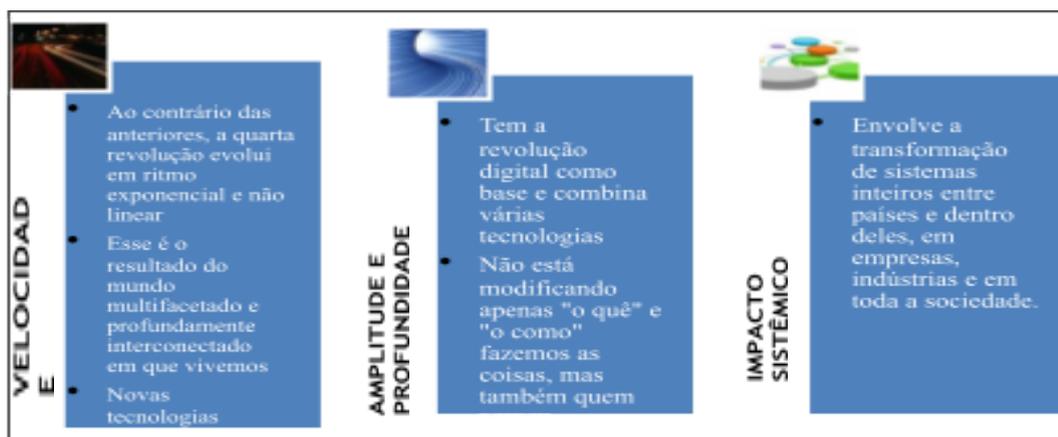
d) *Cloud computing* (computação nas nuvens) – trata-se de uma tecnologia que permite o acesso e uso de dados de qualquer lugar, independente da plataforma que o usuário encontra-se. Na Indústria 4.0 permite, dada a sua velocidade de acesso, que projetos executados por equipes multifuncionais trabalhem de forma cooperada e complementar, independente de ocuparem o mesmo espaço físico (SCHWAB, 2016).

Uma revolução tão impactante e significativa por certo exigiria grande interação por parte dos diversos atores que dela fazem parte: governos, empresas, universidades, sociedade. Desta forma, seria possível gerar o equilíbrio necessário no contexto da economia, notadamente no que se refere ao futuro do trabalho, um dos maiores desafios gerados por tanta ruptura e inovação.

Países como o Brasil, que mesmo antes da revolução já apresentavam déficit nos índices da educação formal e profissional, tendem a enfrentar dificuldades maiores para acompanhar e responder bem aos avanços tecnológicos (SCHWAB, 2016).

Ainda segundo a visão de Klaus Schwab (2016), as inovações da indústria 4.0 se configuram mesmo como aspectos de uma nova revolução e, para sustentar sua convicção, ele apresenta três razões que a diferencia das revoluções anteriores: velocidade, amplitude e complexidade, conforme observa-se na Figura 1.

Figura 1: Configuração dos aspectos da 4ª Revolução



Fonte: Adaptado do livro *A Quarta Revolução* de Klaus Schwab (2016)

Diante dos argumentos de Klaus Schwab, percebe-se que estamos mesmo diante de uma quarta revolução, pois países como Alemanha, China, Estados Unidos e Japão definiram estratégias digitais, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Demonstração de Estratégias Digitais

País	Meta	Investimento em inovação em 2017
Alemanha	Ser a maior referência em fábricas inteligentes, com manufatura integrada.	105 bilhões de dólares
China	Alcançar o investimento americano até 2025 e virar uma superpotência até 2049.	278 bilhões de dólares
Estados Unidos	Manter a liderança em inovação e recuperar a ponta em manufatura avançada.	533 bilhões de dólares
Japão	Desenvolver robôs para substituir uma força de trabalho que vem encolhendo.	140 bilhões de dólares

Fonte: Estudo Indústria 2027/CNI

Mas, ao mesmo tempo, passamos a traçar analogias em relação à realidade desta revolução em diferentes localidades, e então compreendemos que, apesar de se tratar de uma nova etapa, há países que ainda não chegaram a acessar parte dos avanços das outras revoluções. Estes são os casos das localidades que ainda não possuem acesso à energia elétrica (Primeira Revolução Industrial) e à internet (Terceira Revolução Industrial).

O Brasil, para situar-se entre os países que fazem da Indústria 4.0 um dos vetores do processo de desenvolvimento, precisará priorizar políticas públicas para o desenvolvimento de ciência e tecnologia.

Neste aspecto das políticas públicas para a ciência e tecnologia, Fernanda de Negri (2018), no artigo intitulado *Novos Caminhos para a Inovação no Brasil*, faz uma comparação entre o Brasil, países da OCDE, latino-americanos e europeus em relação aos investimentos em políticas públicas de inovação:

O Brasil investe, somando gastos públicos e empresariais, 1,27% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em P&D. Isso é bem menos do que a média dos países da OCDE, onde esse investimento representa 2,38% do PIB, mas está acima de países latino-americanos, como México e Argentina e até mesmo de países como Espanha ou Portugal (DE NEGRI, 2018, p. 23).

De Negri ainda reflete:

Se os investimentos totais em P&D do Brasil não são tão baixos, os investimentos empresariais, que deveriam ser estimulados pelas políticas públicas, são menores do que em vários outros países e têm permanecido relativamente estáveis ao longo do tempo. No Brasil, as empresas respondem por pouco menos da metade dos investimentos em P&D realizados no país, o que totalizou aproximadamente 0,6% do PIB em 2014 (DE NEGRI, 2018, p. 23).

O investimento em educação profissional – ao lado das políticas públicas para o desenvolvimento da ciência e tecnologia – configura-se como importante fator estruturante para o Brasil, pois considera-se que as demandas da indústria 4.0 nos países que a aplicam passam pela oferta de profissionais com competências técnicas e socioemocionais para atuarem nos diversos níveis hierárquicos das empresas, desempenhando funções num cenário de indústrias automatizadas, no qual as máquinas obsoletas dão lugar a equipamentos complexos, o que por certo exige conhecimentos técnicos atualizados e multidisciplinares – informática, matemática, robótica, tecnologia da informação e robótica (SILVA, 2015).

Todavia, somente os conhecimentos técnicos não serão suficientes para o êxito desta quarta revolução no Brasil. Também serão necessários na educação profissional os conteúdos que visem o desenvolvimento de competências comportamentais tais como flexibilidade e colaboração.

Para tanto, quer seja no tocante aos conhecimentos técnicos ou comportamentais, será preciso superar os problemas que impactam a qualificação de mão de obra no país e, dentre estes problemas, Simon Schwartzman e Micheline Christophe (2009) destacam:

A má qualidade da educação brasileira e as limitações históricas do ensino técnico, combinados com o aquecimento da economia brasileira nos últimos anos, que levou a uma queda progressiva das taxas de desemprego, parecem justificar uma preocupação generalizada na sociedade brasileira a respeito de um suposto ‘apagão de mão de obra’.

Há outro aspecto que atrapalha a educação profissional. Para ser mais efetiva, esta deve estar associada a uma experiência prática no setor produtivo que proporcione à pessoa uma vivência com o mundo real do trabalho, e permita adquirir a experiência que é tão valorizada pelos empregadores (SCHWARTZMAN, CHRISTOPHE, 2013, p. 600).

Logo, infere-se que para pensar num Brasil apto a promover a Indústria 4.0 e dela fazer um bom uso para o processo de desenvolvimento econômico social, por certo será necessário investir na educação superior de qualidade, com atenção priorizada para a melhoria da infraestrutura de programas de pós-graduação, mestrado e doutorado.

Investir em qualificação e pesquisa é preponderante para o aumento da competitividade brasileira, pois fato é que, se há algumas décadas a explicação para a transferência de empresas para países em desenvolvimento como a China se deu em função de fatores tais como vantagens salariais

pelo baixo valor agregado dos produtos, fiscais e de custos de implantação, atualmente os motivos são outros e estão relacionados à capacidade de produção de bens de maior complexidade. Glauco Arbix *et al.* (2017) traz elementos que traduzem esta nova realidade, tanto no que se refere à importância do investimento brasileiro em qualificação, quanto ao avanço experimentado pela China:

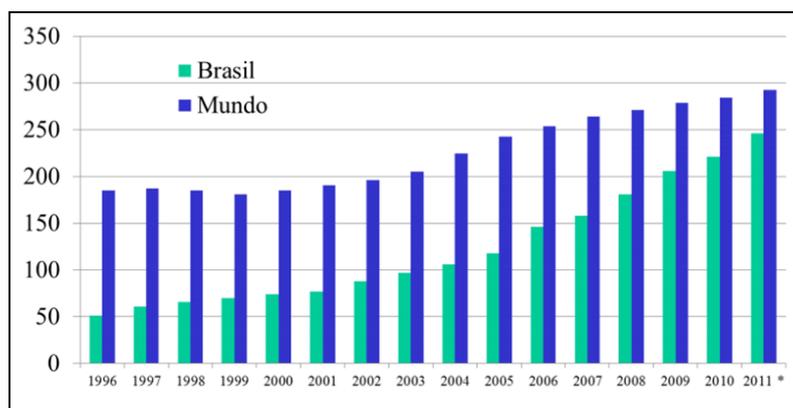
Em países como o Brasil, que estão distantes das fronteiras do conhecimento e carentes de tecnologia, é fundamental a manutenção de um fluxo constante de investimento em P&D como forma de contrabalançar a menor participação do investimento privado (...)

A imagem da China como celeiro da indústria de baixo valor agregado, da cópia de importados e da mão de obra barata e pouco qualificada já não se mostra adequada para uma economia com 1.3 bilhão de habitantes, que apresentou um crescimento médio do PIB em torno de 10% nos últimos trinta anos e tirou da condição de pobreza mais de 600 milhões de pessoas (ARBIX *et al.*, 2017, p. 22 e 38).

Notadamente, na produção científica, que se comparada à produção mundial, encontra-se em situação bastante inferior, como especificado na Figura 2.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA E MUNDIAL

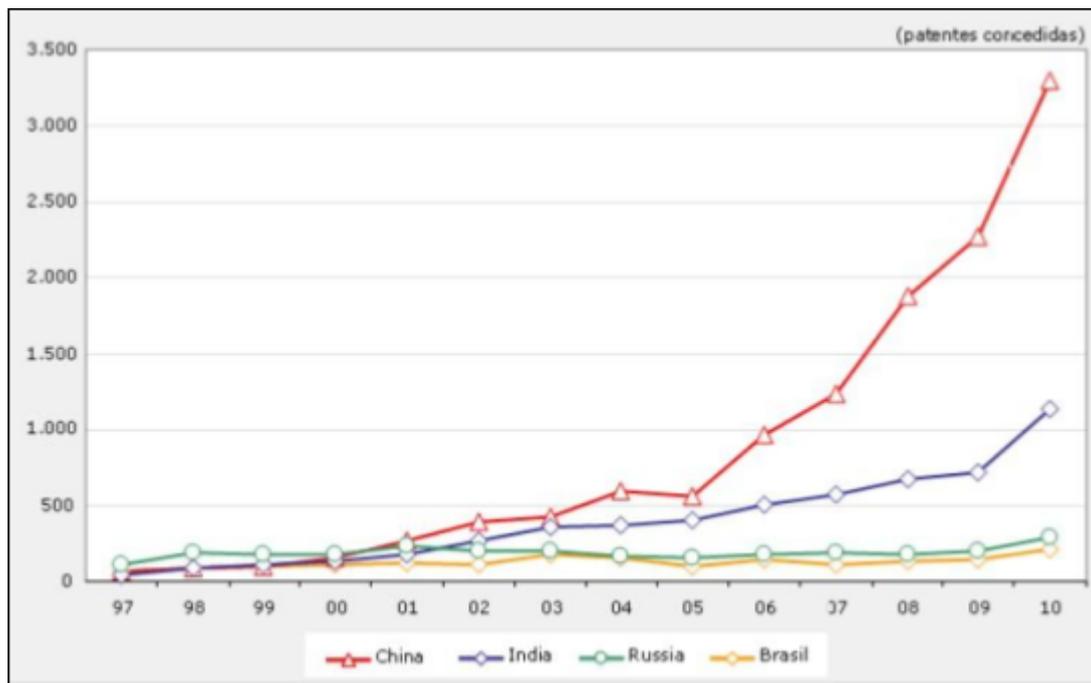
Figura 2: Número de publicações indexadas por milhão de habitantes



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2013.

O investimento em pesquisa poderá mudar a condição do Brasil no ranking de patentes concedidas aos países do BRICs, que segundo dados do MCTI, encontram-se em posição inferior em relação à China, Índia e Rússia (Figura 3).

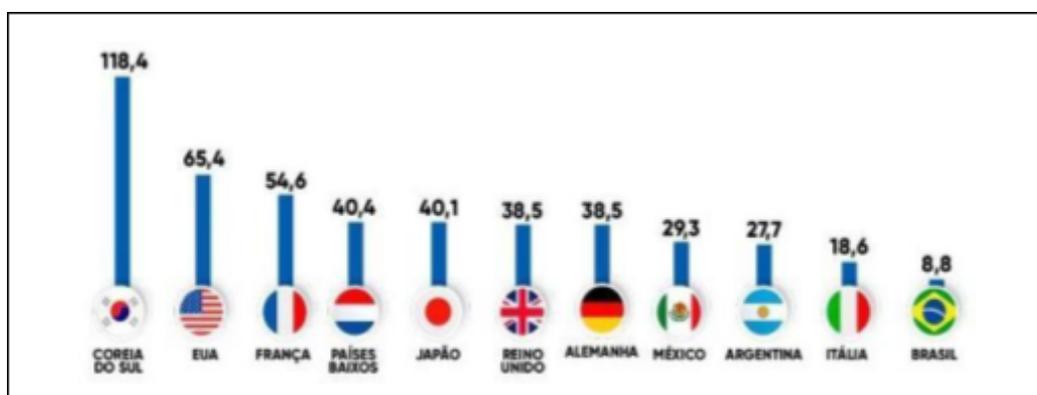
Figura 3: Ranking de classificação de pesquisa dos países BRICs



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2013.

Se por um lado, o Estado brasileiro precisa investir na educação, principalmente na formação de pesquisadores e com isto melhorar as condições de competitividade mundial, por outro lado será primordial que a iniciativa privada invista no processo de produção visando o aumento da produtividade, pois segundo dados da CNI, em relação aos principais países parceiros comerciais, o Brasil experimenta uma posição negativa, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Taxa de Crescimento da produtividade do Trabalho na indústria 2000-2016



Fonte: CNI (2017).

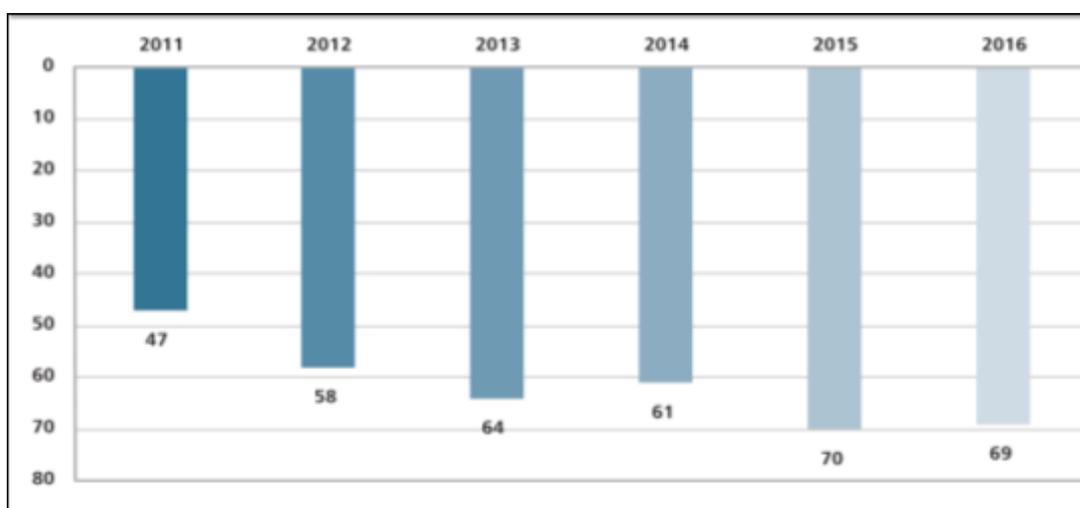
É importante considerar que a indústria 4.0 ou as suas transformações precisam ser apropriadas por médias e grandes empresas, mas também por pequenas empresas que, na cadeia da

produção, compõem o forte elo de fornecedores. E neste processo de apropriação comum das inovações, as entidades representativas e de apoio como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), as Federações Estaduais da Indústria e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) desempenham papel fundamental. Exemplo disso pode ser constatado na decisão da CNI, SESI, SENAI e SEBRAE de se tornarem parceiros do conhecimento do Índice Global de Inovação – GII que, por sua vez, é um estudo lançado em 2007 e ao longo de sua existência se transformou em importante referência de estudos sobre a inovação, tendo na sua edição de 2016 incluído 128 países no estudo.

O GII se diferencia das pesquisas tradicionais de inovação à medida que vai além de números relativos a artigos relacionados ao tema ou a valores de investimentos. O seu foco é centrado na avaliação do ambiente e da infraestrutura de suporte à inovação, fatores que constituem um resultado que permite muito mais a identificação de tendências para a inovação, do que a simples mensuração do desempenho. Isso traz parâmetros para a elaboração e ou a melhoria de políticas de inovação, quer sejam elas políticas de governo ou políticas de investimento próprio na iniciativa privada.

Segundo o relatório de desempenho do Brasil no Índice Global de Inovação 2011-2016, são 78 indicadores utilizados pelo GII para calcular quatro medidas de inovação, como estão elencados a seguir: Subíndice de insumos de inovação, Subíndice de produtos de inovação, Pontuação geral do GII, Subíndice taxa de eficiência inovação. Com base nestes índices os resultados comparativos 2011-2016 apontam para uma piora de desempenho do Brasil, já que em 2011 o país ocupava a posição 47º e em 2016 caiu para a posição 69º, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Índice global de inovação

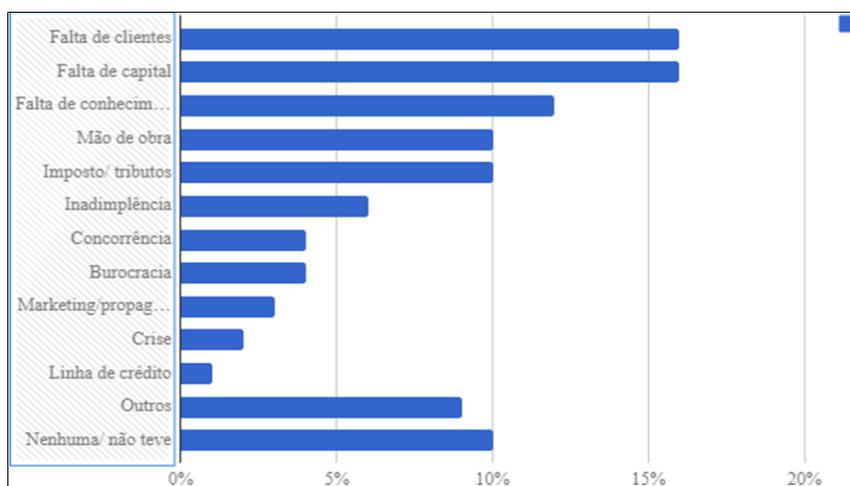


Fonte: MEI com base nos dados do GII de 2011-2016.

A representatividade e relevância das pequenas empresas no Brasil são notórias. Segundo informações do site do Sebrae, as empresas de pequeno porte representam 98% do número de empresas formalizadas no país e respondem pela geração de 54% da massa salarial. Contudo, a falta de acesso a recursos para investimentos e conhecimento, – que conciliados com uma boa gestão elevariam as chances de sobrevivência destas empresas no mercado – configuram-se como fatores limitantes para o acompanhamento das inovações/evoluções da Indústria 4.0.

A seguir, veja figura que aponta as principais dificuldades enfrentadas no primeiro ano de atividade (Figura 6).

Figura 6: Principais dificuldades no primeiro ano de existência das pequenas empresas



Fonte: Sebrae (2016).

Melhorar a taxa de sobrevivência - que segundo dados do Sebrae, em 2014 alcançou o índice de apenas 58% no primeiro ano de existência - e promover a inovação nas pequenas empresas brasileiras, por certo será um desafio a ser superado pelos agentes do ecossistema empreendedor, que é composto por instituições (governo e organizações não governamentais) que operam sinergicamente para criar condições favoráveis para o surgimento e sustentabilidade das empresas. E, para melhor entendimento do conceito de ecossistema empreendedor e sua comparação ao ecossistema biológico recorreremos a Isemberg (2010, p. 3).

O uso popular da metáfora do ecossistema biológico normalmente se refere a instituições formais (por exemplo, incubadoras, programas de orientação, redes de investidores anjos) cujos líderes, membros ou estatutos pretendem explicitamente promover o empreendedorismo. O denominador comum entre esses elementos do ecossistema do empreendedorismo é o quão são essenciais para as empresas crescerem mais rapidamente. A metáfora é que esses elementos interagem de maneira a tornar o todo auto-sustentável (ISEMBERG, 2010, p. 3).

Inovação e empreendedorismo, assim como a indústria 4.0 e a transformação digital, também são indissociáveis. E é com base nesta afinidade e complementaridade que o ecossistema

empreendedor brasileiro – independente do porte das empresas, mas considerando a economia brasileira como um todo – precisa propor suas diretrizes para contribuir para que o país alcance um lugar significativo no ranking GII nos próximos anos.

Além disso, no campo da preparação de mão de obra especializada (intelectual e operacional), será oportuno que o Governo e as entidades representativas dos setores produtivos, utilizem das informações existentes, principalmente aquelas contidas em estudos sobre a Indústria 4.0, como é o caso das 30 profissões que surgirão na próxima década, contidas no documento Indústria 2027 – Riscos e Oportunidades para o Brasil Diante das Inovações Disruptivas (Tabela 2) (CNI, 2017).

Tabela 2: Novas profissões em 08 áreas

AUTÔNOMO	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
1- Mecânico de veículos híbridos 2- Mecânico especialista em telemetria 3- Programador de unidades de controles eletrônicos 4- Técnico em informática veicular	1- Analista de IOT (Internet das coisas) 2- Engenheiro de cibersegurança 3- Analista de segurança e defesa digital 4- Especialista em big data 5- Engenheiro de Softwares
ALIMENTOS E BEBIDAS	MÁQUINAS E FERRAMENTAS
1- Técnico em impressão de alimentos 2- Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos 3- Especialista em aplicações de embalagens para alimentos	1- Projetista para tecnologia 3D 2- Operador de High Speed Machine 3- Programador de ferramentas CAD/CAM/CAE/CAI 4- Técnico de manutenção em automação
CONSTRUÇÃO CIVIL	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
1- Integrador de Sistema de automação predial 2- Técnico de construção seca 3- Técnico em automação predial 4- Gestor de logística de canteiro de obras Instalador de Sistema de automação predial	1- Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas 2- Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos 3- Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos
TÊXTIL E VESTUÁRIO	PETRÓLEO E GÁS
1- Técnico de projetos de produtos de moda 2- Engenheiro em fibras têxteis 3- Designer de tecidos avançados	1- Especialista em técnicas de perfuração 2- Especialistas em sismologias e geofísica de poços 3- Especialistas para recuperação avançada de petróleo

Fonte: Senai

O quadro demonstra que as novas tecnologias estudadas estão determinando mudanças no mercado de trabalho e apresentando para a indústria a possibilidade de se tornar mais produtiva e eficaz. Por outro lado, desmistifica as previsões de que a tecnologia acabaria com boa parte dos empregos, pois traz a noção de substituição ou transformação de antigas profissões.

CONCLUSÃO

Ao comparar os intervalos de tempo que ocorreram entre as três revoluções industriais, observa-se que a quarta revolução está ocorrendo numa velocidade exponencial em países como Estados Unidos, Alemanha, China e Japão, conferindo-lhes posições de destaque no ranking dos países que mais investem em estratégias de digitalização dos processos industriais. Este fato leva à reflexão de que os países que não se adequarem para acompanhar tal velocidade, por consequência, não conseguirão se manter competitivos no mercado globalizado.

Diante do contexto estudado, percebe-se que os desafios da implantação da indústria 4.0 no Brasil estão centrados na definição de uma estratégia dirigida para a melhoria dos níveis de qualificação e para o aumento do investimento em pesquisa. Será a partir da superação destes dois grandes desafios que o país alcançará a condição necessária para garantir investimentos da indústria brasileira e mundial, pois proverá a formação de profissionais aptos para atuar na produção digitalizada, bem como suprirá a necessidade de desenvolvimento de produtos inovadores, a partir de pesquisas desenvolvidas no país. É cedo para apontar os principais legados da Indústria 4.0, contudo, é possível perceber que o Brasil encontra-se numa situação de atraso se comparado a países como a Alemanha, país berço da Indústria 4.0.

Referências Bibliográficas

- ARBIX, G. *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estud. CEBRAP** [online]., v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017.
- AZEVEDO, M. T. de. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2017.
- BALASINGHAM, K. **Industry 4.0: securing the future for german manufacturing companies.** Dissertação de Mestrado, University of Twente, Twente, 2016.
- BRASIL. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.** 2013.
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Indústria 2027 – Riscos e Oportunidades para o Brasil Diante das Inovações Disruptivas.** Campinas: Inst. de Economia da UFRJ Inst. de Economia da UNICAMP, 2017. DE NEGRI, F. (2018). **Novos caminhos para a inovação no Brasil.** Washington, DC: Wilson Center.

ISENBERG, D., & ONYEMAH, V. Fostering scaleup ecosystems for regional economic growth. **Innovations - Thriving Cities**, v. 1, n. 1/2, p. 60-79, 2016.

SCHWAB, K. M. **A quarta revolução industrial**. (D. M. Miranda, Trad.). São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K. M.; DAVIS, N. **Aplicando a quarta revolução industrial** (D. M. Miranda, Trad.). São Paulo: Edipro, 2018.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A Educação em Ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, 2009.

SEBRAE. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**, 2016.

SILVA, J. C. DA. **Fábrica POLI: concepção de uma fábrica de ensino no contexto da Indústria 4.0**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2015.

SILVA, M. C. **Análise do ecossistema empreendedor brasileiro e dos fatores críticos de sucesso para a questão de incubadoras de empresas**. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 2017.