

Indústria 4.0 e reestruturação produtiva: estratégias do capital e suas implicações para o trabalho

Geraldo Tessarini Junior (IFSP) geraldo.tessarini@gmail.com

Patrícia Saltorato (UFSCar) patriciasaltorato@gmail.com

Marina Gomes Murta Moreno (UFSCar) marinamurtamoreno@gmail.com

Jéssica Maria de Oliveira (UFSCar) moliveira.jessica@gmail.com

Resumo:

Este artigo configura-se em um ensaio teórico com o objetivo de apresentar uma visão introdutória sobre as implicações para a organização do trabalho, no geral, e para o trabalhador, no particular, decorrentes da reestruturação produtiva intrínseca ao sistema capitalista e ao modelo de gestão e de produção prescritos pela Indústria 4.0. Levando em consideração todo o potencial da Indústria 4.0 de promover substanciais impactos nas mais diversas variáveis macroeconômicas e sociais, argumentamos estarmos diante de uma contemporânea estratégia capitalista na busca por soluções para suas próprias crises ideológicas e por novas formas de ganho de produtividade e de redução de custos e, conseqüentemente, de acumulação de capital. Nossa análise centra-se em indicadores quantitativos e qualitativos de mudanças, respectivamente, nas perspectivas de geração e/ou eliminação de empregos em função da maior digitalização dos sistemas de produção e nas transformações na natureza do trabalho e nas qualificações requeridas dos trabalhadores.

Palavras chave: Capitalismo, Indústria 4.0, Organização do trabalho, Reestruturação produtiva.

Industry 4.0 and productive restructuring: capital strategies and their implications for work

Abstract

This article is set out in a theoretical essay with the aim of presenting an introductory view on the implications for the work organization, in general, and for the worker, in particular, resulting from the productive restructuring intrinsic to the capitalist system and the model of management and production prescribed by Industry 4.0. Taking into account the full potential of Industry 4.0 to promote substantial impacts across a range of macroeconomic and social variables, we argue that we are facing a contemporary capitalist strategy in the quest for solutions to its own ideological crises and for new ways of gaining productivity and reducing costs and, consequently, capital accumulation. Our analysis focuses on quantitative and qualitative indicators of changes, respectively, in the perspectives of generation and/or elimination of jobs due to the greater digitalization of the production systems and the changes in the nature of the work and the qualifications required of the workers.

Key-words: Capitalism, Industry 4.0, Work organization, Productive Restructuring.

1. Introdução

Ao longo dos tempos inúmeras transformações nos processos organizacionais, produtivos e de na força de trabalho, decorrentes da ascensão e da hegemonia da lógica capitalista-financeira,

aos quais se convencionou denominar de reestruturação produtiva, provocaram substanciais mudanças na organização do trabalho industrial e no mercado de trabalho como um todo.

Desde a 1ª e a 2ª revoluções industriais, marcadas pela introdução de maquinarias, passando pela produção em massa decorrente das linhas de montagem e da divisão do trabalho caracterizadas pelo modelo taylorista-fordista, à revolução digital e ao modelo japonês de produção enxuta (toyotismo), as relações de emprego se reestruturaram, seja pela precarização do trabalho decorrente da substituição do trabalho humano por máquinas e computadores ou pela busca por flexibilização e autonomia dos trabalhadores para a racionalização produtiva.

Agora, entende-se que estamos no limiar de uma quarta revolução industrial – a Indústria 4.0 – que se configura na incorporação de emergentes tecnologias de informação ao ambiente de produção, que são capazes de promover ganhos de produtividade e de eficiência jamais vistos.

Defendemos que a Indústria 4.0 – não obstante sua grandiosidade e sua capacidade de promover radicais impactos tecnológicos, econômicos, políticos e sociais – também pode ser compreendida como estratégia contemporânea de reestruturação produtiva do sistema capitalista em busca de soluções para as suas próprias crises ideológicas e por novas formas de ganho de produtividade e de redução de custos e, conseqüentemente, de acumulação de capital.

Assim como nas demais experiências de reestruturação vivenciadas pela sociedade capitalista, as conseqüências desse processo poderão trazer conseqüências inevitáveis ao elo mais frágil dos sistemas produtivos – os trabalhadores. Nasce, assim, nossas inquietações e criticidades que se externam em indagações, tais como: *a quem e a quais interesses a Indústria 4.0 visa atender? Até que ponto o trabalhador será afetado por essa revolução? O trabalhador tem sido inserido nesse processo de inovação? Qual o futuro da produção industrial e qual espaço será reservado às pessoas? Devemos conceber a Indústria 4.0 como uma ameaça ou uma oportunidade ao trabalho? É possível que ela possa contribuir para a construção de uma sociedade mais justa?*

Nesse sentido, este artigo configura-se em um ensaio teórico com o objetivo de apresentar uma visão geral e introdutória sobre as implicações para a organização do trabalho, no geral, e para o trabalhador, no particular, decorrentes da reestruturação produtiva intrínseca ao sistema capitalista e ao modelo de gestão e de produção prescritos pela Indústria 4.0.

Trata-se, portanto de uma revisão bibliográfica de abordagem exploratória e qualitativa, sem a aspiração de esgotar a temática ou apresentar todas as respostas, mas sim, baseando-se na literatura disponível, apresentar nossas reflexões e interpretações para fomentar a construção do saber científico e provocar um debate ainda em estágio inicial. Para isso, apresentamos na seção 2 um resgate histórico dos processos de reestruturação produtiva na sociedade capitalista; na seção 3, uma breve síntese das características da Indústria 4.0; na seção 4, as transformações qualitativas e quantitativas que a Indústria 4.0 poderá ocasionar no mundo do trabalho e, por fim, na seção 5, nossas considerações finais.

2. Reestruturação produtiva na sociedade capitalista

A reestruturação produtiva pode ser compreendida como uma estratégia utilizada pelo capital para aumentar a produtividade e a competitividade em um mercado cada vez mais globalizado. Configura-se essencialmente, na incorporação de inovações tecnológicas aos sistemas produtivos e na redefinição dos modelos de organização e gestão do trabalho que possibilitem a obtenção de vantagem competitiva em termos de rápido atendimento ao mercado, aumento do capital de giro, redução de estoques e de custos de produção e a

abertura de novos nichos de mercado (SALERNO, 1992; OLTRAMARI; PICCININI, 2006; MONACO; MELLO, 2007).

Inevitavelmente, observa-se ao longo da história, que os processos de reestruturação produtiva implementados pelas organizações têm levado a uma abrangente e profunda desestruturação do mundo do trabalho: as empresas reduzem seu quadro de pessoal e o mercado vai perdendo a capacidade de geração de novos empregos, levando a sua completa precarização (OLTRAMARI; PICCININI, 2006).

Embora o conceito de reestruturação produtiva tenha surgido somente a partir dos anos de 1970, em função da crise do capital, desde a 1ª Revolução Industrial, iniciada na Europa no início no século XVIII, observa-se a ocorrência de experiências alinhadas ao conceito de reestruturação, como o próprio surgimento da máquina a vapor, do tear mecânico e das estradas de ferro, que levam ao surgimento das primeiras fábricas e tornam obsoleta a produção artesanal que vigorava até então.

Isso fez com que milhares de pessoas deixassem o campo em busca de melhores condições de vida nas cidades – êxodo rural – que cresceram de forma desenfreada e desorganizada. Acreditava-se que estava dado o primeiro passo em direção à construção de uma sociedade mais feliz, onde as máquinas livrariam o homem da maior parte do árduo esforço de produzir bens e serviços para que pudessem dedicar mais tempo a atividades prazerosas (COUTO et al., 2011).

Entretanto, a felicidade esperada jamais chegou: a industrialização e as inovações de maquinários, ao proporcionarem maior produtividade, reduziram os custos de produção, levaram ao aumento do desemprego (muitos trabalhadores tornaram-se mendigos nas cidades europeias) e acarretaram a dolorosa exploração daqueles que mantiveram seus empregos, inclusive mulheres e crianças (GOERCK, 2009; COUTO et al., 2011). O problema não era (e não é) necessariamente a utilização do maquinário, e sim o sistema em que ele estava sendo inserido – o capitalismo – tipicamente caracterizado por ser poupador de mão de obra, onde os detentores dos fatores de produção e do capital utilizam-se de mecanismos de dominação e coerção para explorar o trabalho alheio, realizado, muitas vezes, em condições precárias e sub-humanas. Nesse sistema, conforme Couto et al. (2011, pag. 300) “o trabalhador trocado pela máquina não poderia dedicar o seu novo tempo livre às atividades prazerosas da vida, pois, sem o trabalho, os operários ficavam sem uma renda para compor os meios necessários à sua subsistência e de sua família”.

Ainda que movimentos de resistência operária tenham surgido, como o Luddismo, por intermédio da perspectiva social e econômica liberal, os processos de produção continuaram sendo modificados e os trabalhadores cada vez mais submetidos à máquina, o que culminou, já no final do século XIX, com a 2ª Revolução Industrial, marcada pelo desenvolvimento de setores de transportes, comunicação, utilização do aço e de novas formas de energia e a produção em massa (GOERCK, 2009).

É a necessidade do sistema capitalista de expandir a acumulação do capital que promove o modelo taylorista-fordista de produção, predominante durante quase todo o século XX. No Taylorismo, o controle do capital sobre as atividades que ainda dependiam da intervenção humana era efetivado através da divisão técnica e sistemática das tarefas, cujas consequências para o trabalhador se expressavam na extrema especialização e rotinização de atividades e no controle e padronização de tempos e movimentos. Inspirado no Taylorismo, o Fordismo representa um passo adicional em direção à reestruturação industrial ao introduzir as linhas de montagem móvel e a produção em massa (GOERCK, 2009; DANTAS, 2013).

Como bem observam Monaco e Mello (2007), as contribuições de Taylor e Ford para a obtenção de ganhos de produtividade e redução de custos são inquestionáveis, da mesma forma como também é a degradação das condições do trabalho decorrentes da pressão para que os trabalhadores alcançassem a máxima eficiência.

O Fordismo criou as linhas de montagem, desqualificando, parcelando e desenvolvendo atividades laborais repetitivas, prejudiciais à saúde dos trabalhadores. Tanto o Taylorismo como o Fordismo, foram modelos produtivos degradantes das condições e relações de trabalho. A ruptura entre o trabalho de concepção e o de execução foram elementos preponderantes para a alienação dos operários diante do trabalho (GOERCK, 2009, pag. 16).

Contudo, a partir da década de 70, o modelo taylorista-fordista começa a apresentar sinais de desgaste motivados pela crise do sistema capitalista, os quais se materializam, principalmente, na redução das taxas de lucro em função do aumento do preço da força de trabalho; no esgotamento da “organização científica do trabalho” para a promoção dos ganhos de produtividade que esbarravam na intensificação do trabalho e nas limitações da capacidade humana; na especulação do capital financeiro ante ao capital produtivo; e na crise do Welfare State – ou Estado de Bem Estar Social – que apesar de diminuir os efeitos sociais da crise, exigiram, posteriormente, a redução dos gastos públicos (ANTUNES, 1999; WERNECK, 2002; GOERCK, 2009). Antunes (1999) argumenta que, em linhas gerais, o esgotamento do modelo Taylorista/Fordista de produção deu-se em razão da retração do consumo acentuada pelo desemprego estrutural provocado pelo próprio modelo.

Como resposta a sua própria crise, iniciou-se um processo de reorganização do capital e de seu sistema ideológico e política de dominação, cujos contornos mais evidentes foram o advento do neoliberalismo, com a privatização do Estado, a desregulamentação dos direitos do trabalho e a desmontagem do setor produtivo estatal (...); a isso se seguiu também um intenso processo de reestruturação da produção e do trabalho, com vistas a dotar o capital do instrumental necessário para tentar repor os patamares de expansão anteriores (ANTUNES, 1999, pag. 31).

É em meio a esse contexto que emerge o modelo toyotista de produção como uma tentativa do capital em manter sua trajetória de acumulação, mas, agora, sob a égide da “acumulação flexível” – um novo padrão produtivo do capitalismo caracterizado pela flexibilidade nos processos de trabalho, mercados, produtos e padrões de consumo (ABRAMIDES; CABRAL, 2003). No Toyotismo, rompe-se com o padrão de produção em massa do Fordismo e instaura-se o modelo de produção enxuta, marcado por baixos níveis de estoque, procedimentos *just in time*, flexibilidade da produção e trabalhadores com maior autonomia para contribuir na racionalização do trabalho e exercer o controle de qualidade (MONACO; MELLO, 2007).

Nessa estrutura teoricamente mais flexível, desenvolvem-se novas técnicas de gestão de pessoas, destacando-se as chamadas “células de produção”, os “times de trabalho” e os “grupos semi autônomos”, o que representam, para Antunes (1999), nada mais do que um processo manipulador de organização do trabalho que preserva a alienação do trabalhador e cuja finalidade real é a intensificação das condições de exploração dos operários desenhadas em práticas cotidianas das fábricas modernas, como reengenharia, *lean production*, eliminação de postos de trabalho e qualidade total.

A passagem do Taylorismo/Fordismo para o Toyotismo também se expressa com a incorporação das primeiras tecnologias de informação aos sistemas produtivos, aperfeiçoando a produção automatizada e levando a 3ª Revolução Industrial, também chamada de Revolução Digital (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015). A partir desses novos processos tecnológicos – mecanização, automação e robótica –, Goerck (2009) advoga que o capital não gera mais

uma quantidade significativa de empregos, tornando-se incapaz de absorver a força de trabalho disponível e aumentando o quadro de insegurança e incerteza no mundo do trabalho.

3. Indústria 4.0 e a digitalização da produção

A Indústria 4.0 representa um estágio adicional às inovações tecnológicas que marcaram a 3ª Revolução Industrial, com a diferença que agora se fala em uma maior digitalização dos processos produtivos (e consequentemente do trabalho no chão de fábrica), decorrente da expansão do que Schwab (2016) nomeia de megatendências tecnológicas: *Cyber-Physical Systems (CPS)*, *Internet of Things (IoT)*, *Internet of Services (IoS)*, veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, Big Data, nanomateriais e nanosensores.

A combinação dessas tecnologias possibilitará incríveis ganhos de produtividade, eficiência e flexibilidade em toda a cadeia produtiva. A chegada da digitalização à atividade industrial permite que os processos de produção ocorram de maneira integrada e flexível, viabilizando, inclusive, a customização em massa de produtos. Nasce as chamadas *smart factories* – fábricas inteligentes, onde as máquinas, ferramentas e processos estarão conectados à internet através dos sistemas ciber-físicos, interagindo entre si e com a capacidade de operar, tomar decisões e se corrigir de forma praticamente autônoma (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015; ROBLEK; MESKO; KRAPEZ, 2016).

O quadro 1 apresenta uma síntese dos principais conceitos-chave que fundamentam as bases da Indústria 4.0.

Conceito	Explicação
Smart factories	Também chamadas de fábricas do futuro, caracterizam-se por serem mais inteligentes, flexíveis e dinâmicas ao incorporarem em si as novas tecnologias digitais.
<i>Cyber-Physical Systems (CPS)</i>	Sistemas que integram o mundo virtual ao mundo físico, através de máquinas inteligentes, sistemas automatizados e facilidades de produção capazes de trocar informações, desencadear ações e controlar um ao outro, promovendo melhorias nos processos industriais e no gerenciamento do ciclo de vida dos produtos e da cadeia de suprimentos.
<i>Internet of Things (IoT)</i> ,	Por meio da IoT, as máquinas e equipamentos estarão conectados à internet, o que tomem decisões e possam se corrigir de forma autônoma, ou quando necessária a intervenção humana, esta possa ser realizada remotamente.
<i>Internet of Services (IoS)</i> ,	Permite que os serviços, sobretudo logísticos, sejam executados de forma integrada e combinado com vários participantes ao longo da cadeia de valor.
Smart products	Produtos equipados com sensores e microchips que permitem a comunicação via IoT entre si e com as pessoas, o que permite, por exemplo, que os fabricantes possam detectar quando e em quais circunstâncias seus produtos estão sendo utilizados. Smart products tem suscitado uma discussão sobre invasão de privacidade e da segurança pessoal.
Customização em massa	Produção de bens personalizados conforme as preferências e necessidades do cliente de forma a obter altos lucros mesmo com a produção de baixos volumes.

Quadro 1: conceitos-chave da Indústria 4.0. Fonte: elaborado pelos autores a partir de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013); Hermann, Pentek e Otto (2015) e Roblek; Mesko e Krapez (2016).

O que tem tornado crescente o interesse e a fascinação acadêmica, empresarial e política sobre a Indústria 4.0 não são, necessariamente suas inovações tecnológicas, mas sim o contexto em que elas são utilizadas e os seus propósitos. Em outras palavras os impactos que a Indústria 4.0 pode gerar, os quais vão muito além do chão de fábrica. As pesquisas apontam para

oportunidades de criação de novos modelos de negócios em redes cada vez mais integradas; soluções para desafios contemporâneos, como mobilidade urbana, eficiência energética e uso dos recursos naturais; além de impactos em todas as variáveis macroeconômicas, como PIB, investimentos, consumo, emprego, comércio e inflação (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; SCHWAB, 2016; BUHR, 2017).

Considerando todo esse espectro de impactos e os interesses financeiros que os alimentam, Salento (2017) define a Indústria 4.0 como um programa transnacional de reindustrialização, conduzido por coalizões de grandes corporações e governos nacionais, com o objetivo de reestruturar a rentabilidade do capital industrial, em grande parte ultrapassada nos últimos anos por investimentos financeiros. Não por acaso, seu início remete a uma iniciativa estratégica e política do governo alemão, em 2011, ano em que as economias mundiais ainda tentavam reagir a mais grave recessão histórica desde a Grande Depressão de 1929. Posteriormente, observa-se o surgimento de iniciativas semelhantes em diversos países, destacando-se Estados Unidos, China, França, Itália e Coreia do Sul. No Brasil, historicamente de industrialização tardia, a questão ainda está em fase inicial: 42% das empresas desconhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade da indústria e mais da metade delas (52%) não utilizam nenhuma tecnologia digital, segundo pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (2016).

Parece-nos, portanto, tratar-se de uma estratégia capitalista para solucionar dificuldades do seu processo evolutivo e em que as escolhas feitas pelas grandes empresas em relação aos padrões de acumulação de capital e o complexo espaço social em que essas escolhas são efetivadas devem ser levados em consideração. É por isso que a Indústria 4.0 não deve ser vista como uma “revolução das máquinas”, mas sim um processo conduzido por escolhas e decisões articuladas entre as esferas políticas e econômicas (SALENTO, 2017).

Em uma visão semelhante, Buhr (2017) defende que a Indústria 4.0 deva ser concebida como uma inovação política e social, em que se deve buscar garantir que os retornos da digitalização sejam gerados por tantas pessoas quanto possível, e da mesma, distribuídos entre todos, não somente a uma minoria privilegiada.

A Indústria 4.0 ainda tem que provar seus benefícios para a sociedade. Somente quando os desenvolvimentos dentro e fora da Indústria 4.0 resultarem em valor social agregado, quando novas tecnologias, regulamentos, serviços e organizações se estabelecerem na sociedade e quando essas práticas sociais se revelarem "melhores para as pessoas", teremos reconhecido e colocado todo o potencial da Indústria 4.0 para funcionar. No caminho para esses objetivos, são necessárias políticas coordenadas, ágeis e ativas (BUHR, 2017, pag. 15).

4. Reestruturação produtiva na Indústria 4.0

Em seu estudo, Salerno (1992) caracterizou os processos de reestruturação produtiva durante a 3ª Revolução Industrial, defendendo que os novos padrões tecnológicos como automação flexível, telemática, novos materiais, biotecnologia e “eletronização” dos produtos implicaram em mudanças em quatro principais paradigmas organizacionais: a) Relações na cadeia produtiva; b) Organização da empresa; c) Organização da produção e d) Organização do trabalho. Apropriando-se desse modelo, Tropa, Silva e Dias (2017), através de entrevistas com especialistas de duas empresas multinacionais do ramo siderúrgico que desenvolvem programas alinhados à Indústria 4.0 no Estado de Minas Gerais, utilizam-no para compreender como as novas tendências tecnológicas se manifestam em formas de reestruturação organizacional e produtiva na Indústria 4.0.

Paradigmas	Caracterização	Indústria 4.0
Relações na cadeia produtiva	Maior focalização das empresas naquilo que lhes fornece vantagem competitiva. Descentralização, horizontalização ou terceirização de processos produtivos, aumentando o relacionamento e a integração ao longo da cadeia de valor.	Maior integração das unidades de negócio e dinamismo para as operações. Formação de parceria com os fornecedores e riscos quanto ao compartilhamento de informação. Orientação aos serviços e flexibilidade
Organização da empresa	Adoção de um modelo de gestão mais integrado e menos departamentalizado, com vistas à maior agilidade decisória.	Redução de níveis hierárquicos e menor dependência de profissionais que detêm o controle de informações. Revisão dos processos de recrutamento e seleção devido às exigências de habilidade e perfil da mão de obra atual.
Organização da produção	Associada à questão de estoque, tempo de atravessamento (lead time), qualidade, agilidade nas informações, aumento do capital de giro e redução de custos, como forma de obter vantagem competitiva e ganhos de flexibilidade pela integração horizontal dos processos.	Flexibilidade no direcionamento de ordens de produção. Controles mais assertivos de processos de produção devido ao desenvolvimento de máquinas mais robustas e manutenções preventivas.
Organização do trabalho	Crítérios contemporâneos voltados para a gestão da variabilidade e da qualidade, em que a forma como o trabalho se estrutura será definida por particularidades em termos de cultura empresarial, legislação, política e poder sindical, além de variáveis tradicionais, como estratégias de negócios, mercado e andamento da economia.	Transformações no chão de fábrica tanto na garantia da profissão quanto no escopo de trabalho. Uma dependência maior da interface homem-máquina e exigência de novos treinamentos para adequar os trabalhadores atuais para novos papéis.

Quadro 2 – Paradigmas organizacionais X Indústria 4.0. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Salerno (1992) e Tropaia, Silva e Dias (2017).

Diante desses paradigmas e suas múltiplas possibilidades e abordagens, concentraremos nossa análise nas transformações na organização do trabalho. A literatura sobre o assunto – sobretudo nacional – ainda é escassa. Em geral, as pesquisas têm se ocupado mais das inovações tecnológicas que viabilizam a Indústria 4.0 e sua aplicação em específicos estudos de caso. Mais um exemplo de que, assim como nas demais revoluções industriais, o papel concedido ao homem parece não ser o de protagonista

Conforme evidenciado por Salento (2017), todo ciclo de reestruturação produtiva induz a transformações qualitativas e quantitativas da força de trabalho, assim, do ponto de vista quantitativo, nossa análise dar-se-á nas perspectivas de geração e/ou eliminação de empregos decorrentes da digitalização, e do ponto de vista qualitativo, analisaremos as transformações na natureza do trabalho e nas qualificações requeridas dos trabalhadores.

4.1. Transformações quantitativas

Analisando as futuras tendências para a organização do trabalho industrial com a introdução dos sistemas ciber-físicos, Becker e Stern (2016) apresentam cinco principais prognósticos: 1) as pessoas serão absolutamente necessárias nas fábricas do futuro; 2) as novas tarefas serão mais complexas; 3) as novas tarefas estarão intensamente conectadas com dispositivos computacionais; 4) tarefas fáceis e repetitivas serão automatizadas; e 5) habilidades exclusivamente humanas desempenharão um papel mais significativo nas atividades. Todos representam o espírito que se busca construir com essa nova revolução industrial: uma profunda reestruturação visando a atingir altíssimos níveis de flexibilidade no trabalho que se concretizem em ganhos de produtividade e aumento de lucros.

No entanto, o primeiro prognóstico parece-nos apenas parcialmente correto, haja vista que o papel exercido pelas pessoas nas fábricas do futuro não está totalmente claro, muito em função de que, apesar dos inúmeros esforços de marketing tentando provar o contrário, a Indústria 4.0 ainda está em fase inicial (DRATH; HORCH, 2014), e seus efeitos sobre o trabalhador, sobretudo no que diz respeito à geração ou eliminação de empregos, ainda são especulativos.

Esse é um tema bastante polêmico e que tem sido polarizado por aqueles que defendem que as novas tecnologias provocam a oportunidade de criação de novos postos de trabalho mais qualificados, flexíveis e dinâmicos e aqueles que vislumbram a possibilidade de que a presença humana seja cada vez menos necessária nas fábricas do futuro, acarretando no aumento exponencial do desemprego tecnológico estrutural. O que torna esse debate complexo e controverso é que, conforme apontado por Salento (2017) as pesquisas têm se concentrado em analisar os impactos da digitalização em todos os setores econômicos e não somente no industrial, além de, muitas vezes, tratarem-se de estudos puramente dedutivos, com estimativas baseadas em hipóteses abstratas.

Contudo, duas renomadas instituições internacionais, o Boston Consulting Group (BCG) e o World Economic Forum (WEF), apresentam pesquisas bastante solidificadas – teórica e metodologicamente – que nos permite concluir que ambas as partes da discussão estão corretas: por um lado, as tecnologias que viabilizam a Indústria 4.0 exigem um perfil de trabalhador mais qualificado promovendo o aumento de empregos em áreas gerenciais e estratégicas; entretanto, por outro lado, tarefas simples e rotineiras, sobretudo àquelas executadas no chão de fábrica, assim como acreditam Becker e Stern (2016), estarão mais suscetíveis à automação.

Segundo o WEF (2016), até 2020, o resultado provocado pela reestruturação da força de trabalho, acarretará, nos países mais desenvolvidos economicamente, na criação de 2 milhões de empregos e na perda de outros 7,1 milhões, dos quais somente no setor de manufatura e produção mais de 1,6 milhões de empregos diretos serão substituídos por robôs e outras tecnologias avançadas. Já o BCG (2015), ao analisar o impacto da Indústria 4.0 no mercado de trabalho alemão, enfatiza que a Indústria 4.0 levará a um aumento líquido de aproximadamente 350 mil empregos, representando um ganho de 5% em relação à força de trabalho atual. Esse número é o fruto da criação de aproximadamente 960 mil empregos relacionados a áreas de tecnologia de informação, pesquisa e desenvolvimento e engenharias contra a redução de 610 mil vagas no setor de produção.

Ainda que seja importante reconhecer a importância do surgimento desses postos de trabalho mais qualificados, e, portanto, em tese, melhor remunerados, é preocupante quando se fala na supressão de milhares de empregos em níveis de produção, que, historicamente, têm sido ocupados por trabalhadores deixados à margem do regime capitalista. Salento (2017) ainda reforça que não há perspectiva de que esses trabalhadores sejam absorvidos por outros setores, uma vez que a digitalização é um fenômeno generalizado. Frey e Osborne (2017) conduziram um amplo estudo nesse sentido ao analisarem a probabilidade de informatização de 702 categorias profissionais no mercado de trabalho norte-americano, concluindo que 47% delas estão sob alto risco de serem extintas nas próximas duas décadas. No topo da lista, estão profissionais como operadores de telemarketing, taxistas, padeiros, funcionários administrativos e de escritório e, é claro, operários dos mais diversos ramos da indústria.

4.2. Transformações qualitativas

Com as incertezas e inseguranças provocadas no mundo do trabalho pelas implicações da reestruturação produtiva, dissemina-se a ideia de que o trabalhador, caso queira manter

mínimas condições de empregabilidade, deve adaptar-se às mudanças nos processos produtivos, adotando um perfil profissional mais flexível, dinâmico e (re)qualificado (SOUZA; CARVALHO NETO, 2009).

As transformações na natureza do trabalho e nas qualificações requeridas dos trabalhadores impostas pela Indústria 4.0 estão engendradas nesse pensamento. Muito mais do que foi na concepção do toyotismo, o termo flexibilidade parece ser o mais apropriado para definir essa quarta revolução industrial em curso. Contudo, o nível de flexibilidade está diretamente relacionado ao nível de incorporação das tecnologias digitais. Freddi (2017) sustenta que essa não é uma tarefa simples para as organizações, pois, não obstante a problemática de custos, para passar ao modelo 4.0 é necessário que os processos organizacionais estejam bastante maduros e estruturados.

Assim, será a medida de automação que determinará os impactos na natureza do trabalho. Hirsch-Kreinsen (2016) identifica duas extremidades: a primeira pertencente a um conceito de automação centrada na tecnologia, onde as máquinas assumem a responsabilidade pelo trabalho, restando ao homem apenas tarefas compensatórias, que não podem ou não são viáveis de serem automatizadas. Nessa visão, o homem assume o papel de auxiliar das verdadeiras protagonistas: as máquinas. Já a segunda, está relacionada a um conceito de automação complementar, com tarefas distribuídas entre o homem e a máquina, em perspectiva holística e colaborativa onde ambos interagem para complementar os pontos fortes e fracos do outro.

Buhr (2017) apresenta um modelo bastante semelhante composto por um cenário de automação – em que os CPS assumem o controle da produção – e um cenário de especialização – no qual o homem possui o poder de dominação e utiliza os CPS para ajudar em sua tomada de decisão. Apresentamos, no quadro 3, uma síntese das consequências de cada um desses cenários.

Fator	Cenário de especialização	Cenário de automação
Conteúdo do trabalho	Foco na personalização das tarefas com a possibilidade de influenciar seu conteúdo e objetivo	Impossibilidade de personalização das tarefas e alto grau de controle e padronização
Organização do trabalho	Oportunidade para ampliar a cooperação e a participação com objetivos comuns	Alto nível de responsabilidade com pouca flexibilidade
Competências e habilidades	Aprendizagem no local de trabalho vinculada com o objetivo geral de desenvolvimento de habilidades	Treinamento exclusivo no local de trabalho
Uso de dados	Acesso à informação e ao conhecimento para resolução de problemas; Separação de dados pessoais e tecnológicos	Uso de dados para controle de comportamentos e performance.

Quadro 3: cenário de especialização X cenário de automação. Fonte: elaborado pelos autores a partir de Buhr (2017)

Vale ressaltar que as empresas precisam compreender que seus funcionários não são indivíduos ingênuos e que, portanto, possuem conhecimento sobre as dificuldades em manter seus empregos em uma era de digitalização (SALENTO, 2017). Dessa forma, embora o cenário de automação possa ser menos desejado pelos trabalhadores, é fundamental que, independentemente do modelo a ser adotado, os funcionários de médio e baixo escalão sejam envolvidos, desde o início, no processo de (re)definição da organização de trabalho, de forma com que se tornem os principais condutores das inovações tecnológicas e sociais, evitando uma reestruturação feita de forma aristocrática (BUHR, 2017).

Para Dombrowski e Wagner (2014) um modelo apropriado para compreender como a digitalização afeta a concepção do trabalho é a partir de uma abordagem de sistema sociotécnico, onde elementos como pessoas, objetivos e processos organizacionais, cultura, tecnologia e infraestrutura são utilizados para analisar a nova dinâmica de relações entre o homem, a máquina e a tecnologia na Indústria 4.0. Nesse sistema, o trabalho deverá deixar de estruturar-se em torno de atividades específicas e passar a contar com cooperação interdisciplinar, o que exige a habilidade de abstração e resolução de problemas e de um pensamento complexo (TROPIA; SILVA; DIAS, 2017).

5. Considerações finais

Vivemos em uma sociedade capitalista orientada pela lógica das finanças, da acumulação do capital e da busca incessante por lucros cada vez maiores. Nesse sentido, ante as suas próprias crises e à acentuada globalização, que exigem respostas rápidas e eficientes para manter viva a chama da lucratividade e da competitividade, o capitalismo busca, continuamente, reinventar-se para garantir sua hegemonia e trajetória de acumulação. O neoliberalismo, a reestruturação produtiva são algumas expressões nesse processo.

Desde a 1ª Revolução Industrial, inovações tecnológicas foram reestruturando os sistemas de produção e submetendo o homem à máquina, em uma acentuada busca pela redução de custos e aumento da produtividade. Agora, com o advento da Indústria 4.0, as novas tecnologias, o uso da robotização e da manufatura avançada prometem levar a níveis de automação e digitalização da produção jamais vistos.

Procuramos apresentar neste ensaio como a organização do trabalho e o trabalhador serão afetados por essa nova reestruturação. Entendemos que, guardadas as devidas proporções, a Indústria 4.0 apresenta bastantes semelhanças com as revoluções industriais anteriores, sobretudo no que diz respeito a provocar transformações tanto no quantitativo de empregos, quanto na natureza do trabalho. Identificamos, contudo, uma fundamental diferença: enquanto as demais revoluções – sobretudo as duas primeiras – necessitavam apenas de um trabalhador pouco qualificado e renegado a tarefas simples e rotineiras, esta quarta exige um profissional mais qualificado, com perfil dinâmico e flexível, capaz de se responsabilizar por inúmeras funções e, principalmente, com a capacidade de lidar com as variadas tecnologias, utilizando-as a seu favor.

Não tratamos aqui de uma condenação à Indústria 4.0 ou às inovações tecnológicas, fenômenos irreversíveis em nossa sociedade. Tampouco, uma condenação ao capitalismo, doutrina que já se provou dominante no cenário global. O que entendemos é que é urgente a construção de um sistema econômico que funcione efetivamente para todos – empresários, banqueiros, governo e principalmente, para a classe trabalhadora. Da mesma forma, acreditamos que a Indústria 4.0, sobretudo por estar ainda em seu prelúdio e não totalmente efetivada, possa ser vista como uma oportunidade e não uma ameaça ao trabalho. Todavia, para isso, é necessária uma atuação conjunta, sustentável e recíproca entre o Estado e o mercado. Ao Estado, cabe o papel de prover políticas públicas eficientes que promovam o desenvolvimento econômico, a geração de emprego, o combate às desigualdades e a preservação dos direitos trabalhistas e sociais. Ao mercado, compete, essencialmente, compreender que é a economia e o capital que devem trabalhar para as pessoas, e não o contrário. Seria utopia?

Referências

ABRAMIDES, M. B. C; CABRAL, M. S. R. *Regime de acumulação flexível e saúde do trabalhador*. São Paulo em Perspectiva, v. 17, n. 1, p. 3-10, 2003.

ANTUNES, R. *Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho*. Boitempo Editorial, 1999.

BECKER, T; STERN, H. *Future Trends in Human Work area Design for Cyber-Physical Production Systems*. Procedia CIRP, v. 57, p. 404-409, 2016.

BOSTON CONSULTING GROUP. *Man and Machine in Industry 4.0: how will technology transform the industrial workforce through 2025?* BCG Perspectives, 2015. Disponível em: < <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4/> > Acesso em 30 jul 2017.

BUHR, D. *Social innovation policy for Industry 4.0*. Friedrich-Ebert-Stiftung, Division for Social and Economic Policies, 2015. Disponível em: < <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11479.pdf> > Acesso em 29 jul 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Sondagem especial: Indústria 4.0*. Indicadores CNI, n. 2, 2016. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/> > Acesso em 30 jul 2017.

COUTO, J. M. et al. *Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação brasileira (1990-2007)*. Economia e Sociedade, v. 20, n. 2, p. 299-327, 2011.

DANTAS, P. M. A. B. *Mundo do trabalho, reestruturação produtiva e gestão de pessoas: elementos de debate*. VI Jornada Internacional de Políticas Públicas. São Luis do Maranhão, 2013.

DOMBROWSKI, U; WAGNER, T. *Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution*. Procedia CIRP, v. 17, p. 100-105, 2014.

DRATH, R; HORCH, A. *Industrie 4.0: Hit or hype?*. IEEE Industrial Electronics Magazine, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

FREDDI, D. *Digitalization and employment in manufacturing*. AI & SOCIETY, p. 1-11, 2017.

FREY, C. B; OSBORNE, M. A. *The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?*. Technological Forecasting and Social Change, v. 114, p. 254-280, 2017.

GOERCK, C. *Capitalismo e as Transformações no Processo de Trabalho*. Revista Capital Científico-Eletrônica, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2010.

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Working paper, 2015.

HIRSCH-KREINSEN, H. *Digitization of industrial work: development paths and prospects*. Journal for Labour Market Research, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2016

KAGERMANN, H; WAHLSTER, W; HELBIG, J. *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Final Report, Acatech, 2013. Disponível em: < <http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-40-final-report-of-the-industr.html> > Acesso em 29 jul 2017.

MONACO, F. F; MELLO, A. F. M. *A Gestão da Qualidade Total e a reestruturação industrial e produtiva: um breve resgate histórico*. RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia, v. 6, n. 1, p. 7-26, 2007.

OLTRAMARI, A. P; PICCININI, V. C. *Reestruturação produtiva e formas de flexibilização do trabalho*. Organizações & Sociedade, v. 13, n. 36, p. 85-106, 2006.

ROBLEK, V; MESKO, M; KRAPEZ, A. *A complex view of industry 4.0*. SAGE Open, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2016.

SALENTO, A. *Digitalization and the regulation of work: theoretical issues and normative challenges*. AI & SOCIETY, p. 1-10, 2017.

SALERNO, M. S. *Reestruturação industrial e novos padrões de produção*. São Paulo em Perspectiva, v. 6, n. 3, p. 100-108, 1992.

SCHWAB, K. *The Fourth Industrial Revolution*. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SOUZA, S; CARVALHO NETO, A. *Reestruturação produtiva, trabalho e estratégias de desenvolvimento local à luz da teoria do novo regionalismo*. Cadernos EBAPE. BR, v. 7, n. 2, 2009.

TROPIA, C. E. Z; SILVA, P. P; DIAS, A. V. C. *Indústria 4.0: uma caracterização dos sistemas de produção.* XVII Congreso Latino-liberoamericano de Gestion Tecnológica. Ciudad de México, 2017.

WERNECK, H. *Reestruturação produtiva e desestruturação do mundo do trabalho.* Economia & Gestão, v. 2, n. 3, 2008.

WORLD ECONOMIC FORUM. *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.* Report. Genebra, 2016. Disponível em: < <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/> > Acesso em 30 jul 2017.