

# QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O FUTURO DO TRABALHO

## *FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND THE FUTURE OF LABOR*

Marcelo Nogueira de Almeida Costa\*

Marcella Pagani\*\*

**RESUMO:** Neste artigo, é feita uma análise dos estudos mais recentes sobre o efeito da digitalização/automação no mercado de trabalho. Em virtude da Quarta Revolução Industrial, faz-se necessário um estudo interdisciplinar do impacto das inovações tecnológicas na economia e na sociedade. O trabalho se apoia na literatura existente sobre a matéria, com destaque para o estudo realizado pelos pesquisadores Carl Benedikt Frey e Michael Osborne (2013), da Oxford Martin School, inspirado em um *insight* do economista John Maynard Keynes e busca debater os caminhos pelos quais os robôs afetarão o emprego humano, a produtividade, a renda, o tempo de lazer e o padrão de vida dos trabalhadores no contexto da Revolução Informacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação. Desemprego. Desigualdade. Democracia.

**ABSTRACT:** *In this paper, an analysis is made of the most recent studies on the effect of computerisation/automation on the labor market. Due to the Fourth Industrial Revolution, an interdisciplinary study of the impact of technological innovations on the economy and society is necessary. The work is based on existing literature and was influenced by a quote of the economist John Maynard Keynes and intends to discuss the ways in which robots will affect human employment, incomes, leisure time and the living standards in the context of the Information Revolution.*

**KEYWORDS:** *Automation. Unemployment. Inequality. Democracy.*

### 1 – Breve histórico das revoluções industriais

**C**astells (1999, p. 71) afirma que ocorreram, pelo menos, duas revoluções industriais:

“A primeira começou pouco antes dos últimos 30 anos do século XVIII, caracterizada por novas tecnologias como a máquina a vapor,

---

\* Graduado em Direito pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); especialista em Direito do Trabalho pela PUC Minas; especializando em Neuropsicologia pela Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais.

\*\* Doutora e mestre em Direito do Trabalho pela PUC Minas; especialista em Direito do Trabalho e Previdenciário; professora universitária; advogada.

## DOCTRINA

a fiadeira, o processo Cort em metalurgia e, de forma mais geral, a substituição das ferramentas manuais pelas máquinas; a segunda, aproximadamente 100 anos depois, destacou-se pelo desenvolvimento da eletricidade, do motor de combustão interna, de produtos químicos com base científica, da fundição eficiente do aço e pelo início das tecnologias de comunicação, com a difusão do telégrafo e a invenção do telefone.”

O sociólogo espanhol destaca também a Revolução da Tecnologia da Informação, um evento que transformaria nossa cultura, sociedade e economia através de um novo paradigma tecnológico, organizado em torno da tecnologia da informação, processamento e comunicação e cujos impactos são o tema principal de seu livro *Sociedade em Rede*:

“Esse é [a revolução da tecnologia da informação], como este livro tentará mostrar, um evento histórico da mesma importância da Revolução Industrial do século XVIII, que está induzindo um padrão de descontinuidade nas bases materiais da economia, sociedade e cultura.” (CASTELLS, 1999, p. 68)

Manuel Castells (1999, p. 108) aponta que o novo paradigma dessa Revolução Informacional “é que a informação é sua matéria-prima: são tecnologias para agir sobre a informação, não apenas informação para agir sobre tecnologia, como foi o caso das revoluções tecnológicas anteriores”.

Nas primeiras revoluções industriais ou tecnológicas, novos conhecimentos, como a eletricidade, contribuíram para o desenvolvimento de novas tecnologias (motor elétrico). Na Revolução da Tecnologia da Informação, computadores potentes (tecnologias) são utilizados para analisar informações – como aconteceu na decodificação do DNA. Existe, portanto, uma convergência tecnológica que gera uma interdependência em campos que antes não eram integrados.

A Revolução da Tecnologia da Informação, segundo Castells (1999), teria começado no pós-guerra quando se deu a invenção de computadores programáveis, transistores, *softwares* e internet.

O economista alemão Klaus Schwab (2016, p. 16), criador do Fórum Econômico Mundial, acredita que, no século XXI, está acontecendo a Quarta Revolução Industrial, e que, portanto, já ocorreram três revoluções industriais:

“A primeira revolução industrial ocorreu aproximadamente entre 1760 e 1840. Provocada pela construção das ferrovias e pela invenção da máquina a vapor, ela deu início à produção mecânica. A segunda revolução industrial, iniciada no final do século XIX, entrou no século

XX e, pelo advento da eletricidade e da linha de montagem, possibilitou a produção em massa. A terceira revolução industrial começou na década de 1960. Ela costuma ser chamada de revolução digital ou do computador, pois foi impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe* (década de 1960), da computação pessoal (décadas de 1970 e 1980) e da internet (década de 1990).”

Schwab (2016) afirma que as tecnologias digitais ou da informação, “fundamentadas no computador, *software* e redes”, que é o que Castells (1999) aponta como fundamentos da Revolução Tecnológica da Informação, estão causando rupturas à terceira revolução industrial ou revolução digital, porque, segundo ele, “estão se tornando mais sofisticadas e integradas e, consequentemente, transformando a sociedade e a economia global” (SCHWAB, 2016, p. 16).

Schwab (2016, p. 16) diferencia a Quarta Revolução Industrial da Revolução Digital devido ao amplo escopo desta:

“A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.”

Schwab (2016) aponta alguns critérios que diferenciam a Quarta Revolução Industrial das anteriores: velocidade, amplitude e impacto sistêmico. Segundo ele, a Quarta Revolução Industrial evolui exponencialmente, enquanto as outras Revoluções se desenvolveram de forma linear. A Revolução Digital serve de base de apoio, uma vez que, para o surgimento das inovações tecnológicas, é necessário um grande poder computacional para analisar *big data*, criar algoritmos e inteligência artificial.

O que Klaus Schwab denomina Quarta Revolução Industrial guarda íntima conexão com o paradigma da tecnologia da informação estudado por Castells. Manuel Castells, de certa forma, previu o que ocorreria no século XXI, enquanto Schwab analisa os eventos atuais e aponta as possíveis consequências:

“Em resumo, o paradigma da tecnologia da informação não evolui para seu fechamento como sistema, mas rumo à abertura como uma rede de acessos múltiplos. É forte e impositivo em sua materialidade, mas adaptável e aberto em seu desenvolvimento histórico. Abrangência, com-

plexidade e disposição em forma de rede são seus principais atributos.” (CASTELLS, 1999, p. 113)

A tecnologia, portanto, não é neutra. Os Estados Unidos lançaram, no final de 2016, ainda sob a Administração Obama, o relatório *Artificial Intelligence, Automation, Economy*<sup>1</sup> em que apontam que os benefícios econômicos potenciais da AI não serão distribuídos uniformemente na sociedade, diferentemente da Revolução Industrial do século XIX em que os *unskilled workers* foram beneficiados, uma vez que a sua produtividade aumentou em comparação com os artesãos, que eram os trabalhadores mais qualificados, cujas habilidades se tornaram obsoletas. Houve inclusive um aumento do salário real dos *unskilled workers* e um declínio na desigualdade.

Segundo este relatório, a mudança tecnológica recente (computadores e internet, no século XX e Inteligência Artificial, no século XXI) tende a afetar a força de trabalho de uma forma diferente do que ocorreu no século XIX, aumentando a produtividade relativa dos trabalhadores mais qualificados, eliminando ou diminuindo a demanda por ocupações que exijam trabalhos repetitivos ou tarefas rotineiras.

## 2 – Novas tecnologias, trabalho e desemprego

Dois pesquisadores da Oxford Martin School, Carl Benedikt Frey e Michael Osborne (2013), em seu trabalho *The Future of Employment*<sup>2</sup>, citam Schumpeter e ilustram o pensamento desse economista austríaco com uma história que ajuda a visualizar os impactos da automatização na sociedade.

A frase de Schumpeter (1962 *apud* FREY; OSBORNE, 2013) é: “não foi a falta de ideias criativas que estabeleceu os limites para o desenvolvimento econômico, mas em vez disso poderosos interesses sociais e econômicos que buscavam promover o *status quo* tecnológico”<sup>3</sup>. A história que a ilustra é a seguinte:

“Isto é bem ilustrado pela história de William Lee, ao inventar uma máquina de tricô em 1589, na esperança de aliviar trabalhadores manuais de tricô. Buscando proteção de patente para seu invento, ele viajou para Londres, onde ele tinha alugado um prédio para a sua máquina ser vista

---

1 Executive Office of The President of The United States, 2016.

2 Sem tradução em português.

3 “It was not the lack of inventive ideas that set the boundaries for economic development, but rather powerful social and economic interests promoting the technological *status quo*.” (SCHUMPETER, 1962)

pela rainha Elizabeth I. Para sua decepção, a Rainha estava mais preocupada com o impacto de sua invenção sobre o emprego e se recusou a conceder-lhe uma patente, alegando que: ‘Você foi muito ambicioso, considere o que a sua invenção poderia fazer para os meus súditos pobres. Traria ruína a eles, privando-os de emprego, tornando-os mendigos’ (citado em Acemoglu e Robinson, 2012, p. 182F). O mais provável é que a preocupação da Rainha foi uma manifestação dos *hosiers*, guildas que temiam que a invenção faria as habilidades artesanais de seus membros se tornar obsoletas. A oposição das guildas era de fato tão intensa que William Lee teve que deixar a Grã-Bretanha.” (FREY; OSBORNE, 2013, p. 7, tradução nossa)

A história descreve bem a relação problemática entre novas tecnologias, Estado e sociedade, tema que será discutido neste tópico. O final dessa história, a fuga do inventor para outro país, mostra a importância do ambiente institucional e das condições sociais para o desenvolvimento tecnológico e remete ao que o historiador Joel Mokyr aponta como um dos motivos da Revolução Industrial ter ocorrido na Inglaterra e não na China. Mesmo não sendo um trabalho histórico sobre as Primeiras Revoluções Industriais, vale a pena citar, brevemente, um trecho da sua entrevista ao *The Washington Post*:

“Eu acho que essa é a grande diferença. Não é apenas o fato de a China não ter tido uma Revolução Industrial, ela também não teve um Galileu, um Newton ou Descartes, pessoas que anunciaram que tudo que seus predecessores haviam anunciado estava errado. Isso é difícil de realizar em uma sociedade, mas era mais fácil de fazer na Europa do que na China. A razão, precisamente, é porque a Europa era fragmentada e, portanto, quando alguém dizia algo muito novo e radical, se o Governo decidisse que ele era um herege e ameaçasse processá-lo, eles embalavam sua mala e iam para o outro lado da fronteira.” (SWANSON, 2016, tradução nossa)

Luc Ferry (2015, p. 24-25), citando o economista francês Nicolas Bouzou, em sua análise de Schumpeter, tem uma visão otimista do impacto dessas inovações a médio prazo na sociedade:

“A destruição criadora sacode o corpo social permanentemente. Quanto mais forte é o crescimento, mais o corpo social é sacudido. Sem crescimento, porém, as condições de vida não melhoram. Certamente, a desestruturação do corpo social é proporcional à amplitude das ondas de inovação. Elas atingem seu paroxismo quando aparecem o que os americanos chamam de *general purpose technologies*, o que se traduz

## DOCTRINA

como tecnologias multiuso. Trata-se de tecnologias que têm impacto não apenas no seu setor de origem, mas no conjunto da economia. É o caso da máquina a vapor, da eletricidade, da informática, as nanotecnologias. (...) Somente após vários decênios é que seus campos de aplicação se tornam evidentes. É então que essas tecnologias geram inovações secundárias, novos empregos e salários mais altos. Fala-se, então, de síntese inovadora.”

Luc Ferry é otimista quanto à “destruição criativa” e à “síntese inovadora”, mas aponta impactos negativos das novas tecnologias em um primeiro momento: “desestruturação permanente do corpo social, flexibilidade inquietante, desemprego aumentado, desigualdades e reconversões difíceis, logo valorização dos diplomas e das qualificações de ponta” (FERRY, 2015, p. 25).

Klaus Schwab (2016, p. 41) ressalta o impacto positivo das inovações no crescimento econômico, mas também discute o seu possível impacto negativo no mercado de trabalho, ao menos no curto prazo:

“Os temores dos impactos da tecnologia sobre os empregos não são novos. Em 1931, o economista John Maynard Keynes alertou sobre a difusão do desemprego, ‘pois nossa descoberta dos meios de economizar o uso de trabalho ultrapassa o ritmo no qual podemos encontrar novos usos para o trabalho’. Provou-se que isso estava errado, mas e se isso mostrar-se verdadeiro dessa vez?”

Schwab (2016) acredita que as inovações tecnológicas alterarão profundamente a natureza do trabalho em certos setores e ocupações e aponta as características próprias da Quarta Revolução como causa dessa disrupção: evolução em ritmo exponencial, a convergência das tecnologias, o impacto sistêmico em empresas, países e na economia global.

O economista criador do Fórum Econômico Mundial indica o estudo dos já citados pesquisadores da Oxford Martin School que afirmam que cerca de 47% do emprego total nos Estados Unidos está em risco de automatização nas próximas duas décadas (FREY; OSBORNE, 2013) e também de polarização:

“O emprego crescerá em relação a ocupações e cargos criativos e cognitivos de altos salários e em relação às ocupações manuais de baixos salários; mas irá diminuir consideravelmente em relação aos trabalhos repetitivos e rotineiros.” (SCHWAB, 2016, p. 44)

Os pesquisadores de Oxford (Carl Benedikt Frey e Michael Osborne) em seu estudo *The Future of Employment*, citando o trabalho de Brynjolfsson e McAfee (2011), afirmam que “o ritmo da inovação tecnológica está fazendo

com que *softwares* sofisticados causem uma disrupção dos mercados de trabalho, fazendo com que trabalhadores sejam redundantes” (FREY; OSBORNE, 2013, p. 4, tradução nossa).

Carl Benedikt Frey e Michael Osborne (2013, p. 5) exemplificam o pensamento acima em seu estudo ao analisar os carros autônomos do Google que, até pouco tempo atrás, eram considerados impossíveis de serem fabricados devido à dificuldade de “replicar o comportamento dos motoristas” (tradução nossa).

“Os carros autônomos desenvolvidos pela Google, fornecem um exemplo de como tarefas manuais em transporte e logística em breve poderão ser automatizadas. Na seção ‘No domínio depois do domínio, computadores na frente da corrida’, eles enfatizam o quão rápidos estes desenvolvimentos têm se atualizado. Menos de 10 anos atrás, no capítulo ‘Por que as pessoas ainda são importantes’, Levy e Murnane (2004) apontaram para a dificuldade de replicar a percepção humana, afirmando que a condução no trânsito é insuscetível à automação: ‘Mas a execução de uma curva à esquerda contra o tráfego que se aproxima envolve tantos fatores que é difícil imaginar a descoberta do conjunto de regras que podem replicar o comportamento de um motorista (...)’. Seis anos depois, em outubro de 2010, o Google anunciou que tinha modificado vários Toyotas Prius para serem totalmente autônomos.” (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011 *apud* FREY; OSBORNE, 2013, p. 5-6, tradução nossa)

Uma pessoa que trabalhou 20 anos em uma atividade repetitiva que exigia poucos estudos ou conhecimentos técnicos avançados teria dificuldade de se reinventar, adquirindo habilidades necessárias para disputar empregos em cargos com maior exigência cognitiva e criativa, o que leva à discussão a respeito dos meios que facilitariam a transição do emprego.

### 3 – Automatização e indústria

Richard Kozul-Wright, diretor da *Division on Globalization and Development Strategies* da UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento) aponta em seu relatório *Robots and Industrialization in Developing Countries*<sup>4</sup> que o impacto da automatização na indústria gerará efeitos diferenciados em relação a países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

---

4 KORZUL-WRIGHT, 2016.

## DOCTRINA

Kozul-Wright (2016) acredita que as narrativas dos otimistas e dos pessimistas em relação ao efeito da robotização em países desenvolvidos são coerentes e podem estar ocorrendo simultaneamente:

“Os otimistas afirmam que quaisquer efeitos adversos serão de curta duração e que os robôs podem ajudar a superar as reduções no crescimento da produtividade e aumentar a renda dos trabalhadores e o bem-estar. Os pessimistas apontam para o ritmo acelerado e o aumento do escopo de novos avanços tecnológicos e afirmam que, devido aos seus microprocessadores, os robôs podem exigir apenas um pequeno número de trabalhadores qualificados para sua operação, em vez da exigência de um grande número de trabalhadores de baixa qualificação que complementou avanços tecnológicos, como a máquina a vapor. Ambas as narrativas são coerentes e podem realmente estar ocorrendo simultaneamente, com benefícios decorrentes do crescimento da produtividade e para trabalhadores mais qualificados e proprietários de robôs, enquanto os trabalhadores com menos qualificação correm o risco de serem empobrecidos.” (tradução nossa)

Korzul-Wright (2016) acredita que os efeitos da automação sobre países em desenvolvimento podem ser muito mais profundos, uma vez que muitos desses trabalhos já desapareceram nos países desenvolvidos. Citando um relatório do Banco Mundial, ele afirma que cerca de 2/3 dos empregos estão em risco.

A automação crescente pode minar a tradicional vantagem dos países em desenvolvimento; a grande oferta de mão de obra barata, o que pode facilitar o *reshoring*; a volta das indústrias a seus países de origem (países desenvolvidos).

Korzul-Wright (2016) afirma que, nos países desenvolvidos onde ocorreu o *reshoring*, quase não houve criação de postos de trabalho e os que foram criados concentravam-se, principalmente, em atividades que necessitavam de altas habilidades, o que levou a uma polarização da renda, acompanhada de investimento de capital em robôs.

Esses mesmos efeitos são apontados por Lora Kolodny (2016), em seu artigo para o *Techcrunch*, que também analisa o relatório da UNCTAD:

“Mas quando a fabricação industrial retorna aos estados (*reshoring*), os trabalhos não estão vindo com ele em números elevados. A automação deixou trabalhadores em países em desenvolvimento sem emprego, observa o relatório, e os EUA enfrentam a mesma perspectiva. As empresas que criam robóticas interessantes que estão ‘roubando’ empregos de pessoas, aqui ou no exterior, estão atraindo *seed* e capital



## DOCTRINA

de risco. Não são apenas *startups*. Grandes marcas como a Nike e a Adidas derrubaram empreiteiros e abraçaram a robótica e a impressão 3D para fazer seus sapatos. Grandes fazendas há muito tempo empregam robôs no campo e grandes companhias como Amazon e UPS dependem fortemente de robôs para logística e armazenagem.” (tradução nossa)

Lora Kolodny em sua análise do relatório da UNCTAD faz importantes observações de como o *reshoring* pode ajudar as empresas a evitarem o que ela chama de “dores de cabeça” (algumas de natureza jurídica/legal) e, portanto, pode se tornar cada vez mais presente:

“O relatório da UNCTAD explicou que ‘o aumento do uso de robôs em países desenvolvidos desgasta as vantagens tradicionais dos custos de mão de obra dos países em desenvolvimento’, e já está tendo um impacto global. Os robôs não aumentam apenas a produtividade. Eles podem ajudar as empresas a simplificar todos os tipos de dores de cabeça associadas com a criação de lojas no exterior. Um fabricante terceirizado para fornecedores ou a contratação de empregados além-fronteiras terá que lidar com os custos de gestão de pessoas, *design*, qualidade, segurança, alfândega e logística, *compliance*, propriedade intelectual de longe. *Reshoring* torna-se mais atraente com cada avanço tecnológico em robôs, uma vez que reduz os custos administrativos e legais, bem como os custos de mão de obra.” (KOLODNY, 2016, tradução nossa)

O pesquisador da UNCTAD acredita que em países em desenvolvimento (como aconteceu em países desenvolvidos), a implementação de robôs na força produtiva pode levar, pelo menos inicialmente, à criação de empregos em atividades que exigem altas habilidades cognitivas, em detrimento de trabalhadores que exercem atividades repetitivas e trabalhos que exigem poucas habilidades técnicas, o que levaria a uma discussão fiscal, que segundo ele está aberta, sobre a questão da transferência de renda para trabalhadores que se tornarem redundantes em virtude da automação.

“Claramente, sem a introdução de um imposto maior sobre robôs como capital de equipamento, a fabricação baseada em robôs não pode aumentar as receitas fiscais necessárias para financiar as transferências sociais para apoiar os trabalhadores despedidos por robôs e os salários mínimos, para conter um declínio nos padrões de vida dos trabalhadores com baixa qualificação e média qualificação.” (KORZUL-WRIGHT, 2016, tradução nossa)

David Rotman, editor do *MIT Technology Review* analisa como as inovações tecnológicas mais recentes estão sendo aplicadas nas indústrias. Ele afirma que os robôs estão sendo usados para tornar os trabalhadores mais produtivos e exemplifica sua opinião analisando os robôs Kiva que trabalham na Amazon:

“Pegue, por exemplo, o robô Kiva, brilhante-alaranjado, uma bênção para as empresas de *e-commerce* incipientes. Criado e vendido pela Kiva Systems, uma *startup* que foi fundada em 2002 e comprada pela Amazon por US\$ 775 milhões em 2012, os robôs são projetados para correr em grandes armazéns, buscar *racks* de produtos encomendados e entregar os produtos para os seres humanos que embalam as encomendas. No grande armazém de demonstração da Kiva e nas instalações de montagem em sua sede fora de Boston, as frotas de robôs movem-se com energia aparentemente interminável. Um armazém equipado com robôs Kiva pode lidar com até quatro vezes mais pedidos que um armazém semelhante não autorizado, onde os trabalhadores podem gastar cerca de 70% de seu tempo caminhando para recuperar bens.” (ROTMAN, 2013, tradução nossa)

Apesar dessa tecnologia surpreendente, David Rotman comenta que a Kiva está contratando. Apesar da maior parte das vagas serem para engenheiros de *software*, ele ressalta que funções simples como empacotar vários itens juntos, que são facilmente realizadas por seres humanos, podem ser muito difíceis de serem realizadas de forma eficaz por robôs dotados de inteligência artificial, o que é um exemplo da necessidade de trabalho humano, até em tarefas simples:

“Embora avanços como esses sugerem como alguns aspectos do trabalho podem estar sujeitos à automação, eles também ilustram que os seres humanos ainda se destacam em certas tarefas – por exemplo, empacotando vários itens juntos. Muitos dos problemas tradicionais da robótica – como ensinar uma máquina a reconhecer um objeto como, uma cadeira – são em grande parte intratáveis e especialmente difíceis de resolver quando os robôs estão livres para se movimentar em um ambiente relativamente desestruturado, como uma fábrica ou escritório.” (ROTMAN, 2013, tradução nossa)

Nannete Byrnes (2016) traz dados sobre a impressionante automação em uma fábrica da BMW, que, em apenas duas décadas, conseguiu automatizar o trabalho realizado no corpo do carro, como pintura, de uma taxa de 30% para 99%:

## DOCTRINA

“Duas décadas atrás, quando esta planta abriu, o *body shop* estava cheio de soldados humanos soldando juntos o enquadramento do carro. Hoje é um lugar mal iluminado onde grandes braços robóticos, ligando e desligando sem a assistência humana, facilmente levantam corpos de carros pesados, de aço e alumínio como cegonhas gigantes laranja. Quando a planta abriu, os robôs faziam 30% do trabalho na *body shop*. Agora eles fazem 99% dele. As poucas pessoas que você vê, estão, principalmente, entregando componentes que os robôs precisam e verificando bancos de monitores de computador que rastreiam o trabalho das máquinas.” (tradução nossa)

Nannete Byrnes (2016) também diz que existem atividades na linha de montagem, que devido a seu grau de “destreza e flexibilidade” são realizadas por humanos e que ainda não foram dominadas por robôs, tarefas manuais que vão desde instalação do tanque e linhas de combustível, até o teste do veículo.

David Rotman (2013) cita ainda David Autor, um economista do MIT, que estuda as conexões entre empregos e tecnologia e que também afirma que está ocorrendo uma polarização da força de trabalho:

“Pelo menos desde a década de 1980, ele diz, os computadores têm assumido cada vez mais tarefas como escrituração, trabalho de escritório e empregos de produção repetitiva na manufatura – todos os quais tipicamente proporcionavam salários de classe média. Ao mesmo tempo, proliferam empregos com maior remuneração, que exigem habilidades criativas e de resolução de problemas, muitas vezes auxiliados por computadores. Portanto, têm trabalhos de baixa habilidade: a demanda aumentou para os trabalhadores de restaurantes, zeladores, auxiliares de saúde em casa e outros que prestam serviços que é quase impossível de automatizar. O resultado, diz Autor, tem sido uma ‘polarização’ da força de trabalho e um ‘esvaziamento’ da classe média – algo que tem acontecido em vários países industrializados nas últimas décadas.” (tradução nossa)

O novo modelo industrial tem vários nomes, Indústria 4.0, “fábricas escuras”, indústria da Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*).

Jeffrey Carbeck, consultor do Fórum Econômico Mundial, define a Indústria 4.0 como uma “integração da Internet das Coisas (IoT, em inglês), tecnologias como robótica, *big data*, computação de alto desempenho, materiais avançados e realidade aumentada” (VIALLI, 2016) e aponta a empresa de barbeadores Phillips, na Holanda, que funciona com 128 robôs e apenas 9 empregados, como uma “fábrica escura autêntica”. O termo “fábrica escura”

vem de ser desnecessária iluminação em uma fábrica com apenas alguns funcionários, onde o trabalho é realizado na sua maior parte por robôs.

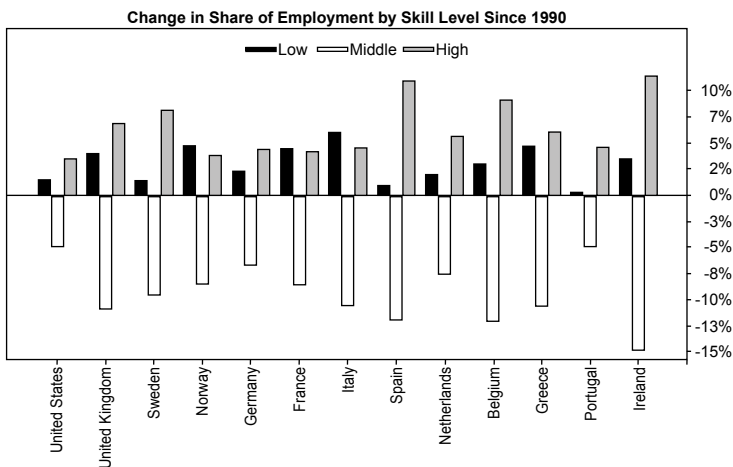
Carbeck (2016) também informa que existe uma tendência de automação de atividades repetitivas, que se acentuará com a Indústria 4.0, mas aponta uma maior necessidade de trabalho qualificado em áreas ligadas à tecnologia, o que indica, portanto, uma tendência de polarização ou até mesmo a redundância de certos trabalhadores frente às novas tecnologias de inteligência artificial.

#### 4 – Quarta revolução industrial, desigualdade, democracia

Matéria do *Business Insider* aponta que o declínio dos *middle-skill jobs* nos Estados Unidos e na Europa se deu em face da Globalização, “devido a perda de empregos para outros países e em virtude da tecnologia” (LEVY; TURNER, 2016, tradução nossa). O que inclusive pode ajudar a entender dois dos episódios políticos mais importantes de 2016, o Brexit e a eleição de Donald Trump para a presidência dos Estados Unidos, uma vez que os que votaram a favor da saída da Grã-Bretanha da União Europeia e a favor de Donald Trump, na eleição americana, estão ambos dentro do perfil dos que sofreram com redução dos *middle-skill jobs* ou com a estagnação da renda.

Segundo Rachael Levy e Matt Turner, do *Business Insider*, o gráfico a seguir foi feito com *big data* do economista David Autor, do MIT, e aponta que desde a década de 1990, os *middle-skill jobs* vêm sofrendo um declínio considerável em vários países desenvolvidos.

Gráfico 1



Fonte: LEVY; TURNER, 2016.

Levy e Turner (2016) fazem uma análise muito interessante sobre a relação da eleição de Trump e do Brexit com esse declínio:

“Que populações tendem a votar em Trump? Homens brancos, tipicamente com mais de 45 anos, tipicamente sem um diploma universitário, que acreditam que a economia está em má forma e que o efeito do comércio exterior é tirar empregos da América. No Reino Unido, é uma história semelhante. Os eleitores de Brexit eram tipicamente de 45 anos ou mais e não permaneceram na instrução além da High School. Em outras palavras, os indivíduos que, em anos passados, poderiam ter tomado um aprendizado e encontrar seu caminho para um trabalho técnico de média habilidade, mas foram substituídos nos últimos anos por trabalhadores estrangeiros ou robôs.” (tradução nossa)

O Brexit e a eleição de Trump são exemplos claros de surtos nacionalistas-protecionistas, como reação aos efeitos da Globalização. Mas a automação decorrente da Quarta Revolução Industrial ainda não recebeu a devida atenção dos representantes políticos e é fundamental para entender essa redução dos *middle-skill jobs*. É difícil pensar em uma solução em que a política não seja necessária, apesar da ineficiência dos Estados-nação em lidarem com problemas econômicos globais, propondo soluções locais para esses problemas, uma vez que só têm soberania dentro de suas fronteiras. Em um mundo de interdependência financeira e circulação globalizada de capitais de investimento, “realizar a promessa de segurança” e evitar o caos/incerteza social fica, de maneira obstinada, além do alcance e da capacidade de Estados territorialmente confinados” (BAUMAN, 2015, p. 23).

Carl Benedikt Frey e Thor Berger (2016, p. 18) fazem uma importante observação sobre a dificuldade de se mensurar qual o impacto da tecnologia sobre o emprego, em relação à Globalização (*offshoring*):

“No entanto, desembaraçar os impactos da tecnologia e do comércio sobre os ganhos e o emprego é difícil, principalmente porque a rápida mudança tecnológica associada à revolução da computação e a mais recente expansão do comércio internacional são em grande parte eventos contemporâneos.” (tradução nossa)

Frey e Berger (2016) concluem que a Globalização é parcialmente culpada pelo aumento do desemprego na OCDE, mas que o aumento da desigualdade salarial se deve à especialização de trabalhos rotineiros, o que facilita a automação tecnológica ou digitalização, que resultou em uma polarização da força de trabalho.

Sir Angus Deaton, economista vencedor do Prêmio Nobel de 2015, em artigo para a revista *Scientific American Brasil*, “A sociedade civil vai resistir? A ameaça da desigualdade” afirma que a desigualdade ao se tornar uma questão política, pode levar ao surgimento de políticos que ameaçam a democracia liberal.

“Quando qualquer crescimento existente não é compartilhado, surgem novos problemas. Aqueles que são deixados para trás podem ser pacientes quando estão ganhando algo, mas se suas rendas ficam estáveis ou declinam, eles provavelmente não continuarão pacientes por muito tempo. A desigualdade se torna uma questão política. Idealmente, essa insatisfação trará mudanças políticas. Mas se o sistema político só é sensível às necessidades dos ricos – algo que parece verdade no Congresso americano – há uma ameaça direta à estabilidade política e, por fim, à própria democracia. Se os principais partidos políticos não oferecem nada aos excluídos, eles podem se voltar para remédios políticos ou candidatos que ameaçam a democracia liberal.” (DEATON, 2016, p. 54)

Deaton (2016) prevê um processo difícil de reversão dessa desigualdade, inclusive em países ricos, onde existem “agressivas políticas de bem-estar social” e afirma que os efeitos positivos, a médio prazo, que tradicionalmente aparecem em virtude do progresso técnico, da automação e da globalização “parecem ter criado um processo no qual os benefícios nunca aparecem [para os trabalhadores temporariamente afastados], ou vão apenas para estrangeiros ou para os proprietários das máquinas” (DEATON, 2016, p. 55).

Angus Deaton (2016) se mostra preocupado com o nível de desigualdade atual, mas recomenda cautela nas intervenções e acordos sociais, que talvez terão que ser repensados, mas que devem ter em mente que sem progresso técnico não há aumento na prosperidade. Ele também ressalta que, historicamente, esses temores já se mostraram infundados ao longo do tempo, mas que muitos economistas estão preocupados. Em entrevista posterior ao *Financial Times*, o economista britânico defendeu os efeitos positivos da Globalização, responsável por tirar cerca de um bilhão de pessoas da pobreza e afirmou que não vê em nenhum lugar a Globalização como uma ameaça maior do que os robôs, e ainda menciona o tamanho da ruptura no mercado de trabalho que representam os automóveis autônomos<sup>5</sup>.

---

5 Disponível em: <<https://www.ft.com/content/bbf54b3e-c5f3-11e6-9043-7e34c07b46ef>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

## 5 – O surgimento de uma classe redundante?

Keynes, em Conferência intitulada *Economic Possibilities for Our Grandchildren* via o desemprego decorrente da rapidez com que novas tecnologias ou “instrumentos” substituem essa mão de obra, como um estágio temporário de desequilíbrio, mas que poderia se tornar um bem, uma vez que levaria o homem à “solução do seu problema econômico” e a lidar com o seu problema fundamental: “como empregar seu tempo livre” (MASI, 1999, p. 284-285).

André Gorz (MASI, 1999) levanta questões muito importantes que, na época em que foram escritas, talvez fossem mera especulação sobre o futuro, mas que, atualmente, têm profunda relevância e deveriam ser melhor debatidas.

“Em gestação há 25 anos, a terceira revolução industrial começou. Ela rompe as ligações entre o aumento da produção e o aumento do emprego e deixa em má situação um dos dogmas keynesianos, segundo o qual a retomada dos investimentos reduz o desemprego. A questão que se coloca atualmente é esta: a terceira revolução industrial conduzirá à sociedade do desemprego ou à do tempo livre? Liberará os homens do trabalho alienado ou os alienará ainda mais com a inatividade forçada? Levará a uma nova idade de ouro, em que se trabalhará cada vez menos, mas se disporá de uma massa crescente de riquezas, ou terminará por condenar alguns ao desemprego e outros à improdutividade?” (MASI, 1999, p. 287)

O historiador Yuval Noah Harari (2016) prevê que a automação decorrente da digitalização, ou seja, a substituição do trabalho humano por algoritmos pode levar a uma desigualdade política, social e econômica absurda. Empresas de plataforma, como a Uber, podem gerenciar milhões de motoristas humanos com poucos trabalhadores, uma vez que boa parte da supervisão é feita por algoritmos, podendo em um futuro breve, digitalizar não só o gerenciamento, mas também a função dos motoristas, através de veículos autodirigíveis, e, portanto, todo o poder político e econômico dos sindicatos como greves e boicotes em votações eleitorais se passaria para os poucos bilionários donos da plataforma digital.

Klaus Schwab (2016, p. 28) aponta que os benefícios das novas tecnologias que necessitam da internet e dos *smartphones*, como o aplicativo Uber, são inegáveis para o consumidor, uma vez que:

“semeiam a confiança, pois emparelham oferta e demanda de uma forma bastante acessível (baixo custo), oferecem diversas mercadorias

aos consumidores e permitem que ambas as partes interajam e ofereçam *feedback*.”

A questão é que a maioria das pessoas depende, para serem consumidores, de produzir algo e, segundo Klaus Schwab, muitos países desenvolvidos e algumas economias de crescimento rápido, como a China, têm sofrido uma redução significativa de sua mão de obra em relação a porcentagem do PIB, em parte devido a “queda no preço relativo dos bens de investimento, sendo esta última causada pelos progressos das inovações (que obriga as empresas a substituírem trabalho por capital)” (SCHWAB, 2016, p. 21).

Claire Miller (2016) cita as soluções propostas por economistas do trabalho para suavizar a transição de trabalhadores que perderam seus empregos em decorrência da automação e cita o relatório da Casa Branca, ainda sobre a Administração Obama, intitulado *Artificial Intelligence, Automation and the Economy*:

“Os economistas trabalhistas dizem que há maneiras de facilitar a transição para os trabalhadores cujos empregos foram deslocados por robôs. Incluem programas de reconversão, sindicatos mais fortes, mais empregos no setor público, salário mínimo mais elevado, maior crédito tributário e, para a próxima geração de trabalhadores, mais diplomas universitários, uma melhor educação desde a infância através de transições de emprego para adultos e para atualizar a rede de segurança social com ferramentas como o seguro de salários.”

Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, com contribuições do Citi Research, organizaram um relatório que aponta que as soluções passam por um investimento público pesado seja em educação, treinamento profissional ou benefícios para ajudar os desempregados, e que uma possível fonte de receita seria a tributação sobre os mais ricos.

O relatório também apresenta as principais dificuldades na criação desses tributos ou na sua majoração:

“Uma das razões pelas quais os impostos sobre a riqueza não foram aumentados mais amplamente é que eles são difíceis de projetar, caros de administrar e muitas vezes relativamente fáceis de evitar. Para os impostos de riqueza *ad hoc*, o risco é que as famílias temam que tais cobranças possam ser impostas novamente no futuro. Para os ativos financeiros, um grande risco é que o capital simplesmente encontre uma casa em outro lugar – uma questão crescente em um mundo de mobilidade e ainda crescente interdependência financeira. Os impostos sobre



a riqueza, portanto, seriam muito mais prováveis de serem eficazes se fossem impostos globalmente (como argumenta Piketty).” (FORDHAM; LEHTO; RAHBARI, 2016, p. 102)

Zygmunt Bauman (2015, p. 52), também se referindo à mobilidade do capital, afirma que os trabalhadores podiam se organizar contra o “capital industrial”, típico da modernidade sólida capitalista, através de greves e sindicatos, mas “agora eles estão desarmados para confrontar ‘investidores’ eminentemente móveis, instáveis, inquietos e imprevisíveis, constantemente em busca de lucros mais altos”.

### 5 – Conclusão

Existe uma anedota que envolve uma conversa entre Henry Ford II (presidente da montadora Ford) e Walter Reuther (líder do sindicato United Automobile Workers), que se deu próxima a uma linha de montagem automatizada. “Walter, como você vai conseguir que esses robôs paguem as suas contribuições sindicais?”, e Walter Reuther respondeu sem titubear: “Henry, como você vai levá-los a comprar os seus carros?”<sup>6</sup>.

Hoje em dia, 70 anos depois dessa conversa hipotética, ainda existem trabalhadores da indústria automobilística pagando suas contribuições sindicais e comprando automóveis. Mas, também existem robôs dirigindo carros, impressoras 3D, supercomputadores como o ROSS da IBM fazendo o trabalho de pesquisa de advogados associados, não apenas pesquisando bilhões de textos em segundos, mas entendendo a lei através de *Machine Learning*. Até mesmo o trabalho de engenheiros de *software* pode ser digitalizado/automatizado. A tecnologia exerce dois efeitos concorrentes sobre o emprego, o que foi denominado “destruição criativa” e “síntese inovadora” neste trabalho, mas também pode ser chamado, respectivamente, de “efeito destrutivo” e “efeito capitalizador”, na terminação de Schwab. A grande questão levantada nesse artigo é quando o efeito capitalizador vai ultrapassar o efeito destrutivo e o que pode ser feito para suavizar esse interregno. Este artigo não tem a pretensão de apresentar a solução definitiva, uma vez que não há um consenso nos especialistas, há quem proponha renda básica universal (algo extremamente oneroso), imposto de renda negativo, tributação sobre robôs, seja como capital de equipamento ou *income tax*, entre outros, mas apontar efeitos que já estão presentes e especular sobre o que pode vir a acontecer.

---

6 THE ECONOMIST. *Difference engine: luddite legacy*. 4 Nov. 2011. Disponível em: <<http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/11/artificial-intelligence>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

## DOCTRINA

A desigualdade em razão de uma polarização da renda é um fato apontado de forma quase unânime pelos economistas, alguns inclusive acreditam que ela contribuiu para o surto protecionista-nacionalista que está por trás da eleição de Trump e do Brexit. Donald Trump, durante a sua campanha, prometeu trazer os empregos de volta aos Estados Unidos e culpou o comércio internacional, o México, a China, os imigrantes, mas não fez nenhuma menção à automação, que segundo vários economistas será a maior destruidora de empregos no longo prazo, não apenas nos Estados Unidos, mas até mesmo na China. Yuval Noah Harari (2017) acredita que é preciso um novo modelo político, uma vez que políticas nacionais, locais e unilaterais não combinam com uma economia global, sendo muitas delas contraproducentes, com efeitos colaterais que só pioram o problema. O historiador vê duas soluções para esse desequilíbrio: a proposta por Trump, uma espécie de “nacionalização da economia”, que seria uma volta ao passado, com todos os perigos que o nacionalismo representa, algo que poderia ser desastroso, uma visão retrógrada e que não ajudaria a lidar com os problemas atuais, muito menos com os problemas futuros; e a “globalização da política”, alguma forma de cooperação internacional mais significativa, que superasse as deficiências dos Estados-nação modernos. Harari (2017) aponta que a renda básica universal talvez não seja eficiente, uma vez que é uma solução local/nacional. Se uma empresa americana, por exemplo, gerar uma disrupção no mercado de vestuário devido a novas tecnologias como impressoras 3D e o trabalho de pessoas em manufaturas têxteis asiáticas se tornar desnecessário, esses hipotéticos asiáticos desempregados receberiam do lucro da empresa americana ou do governo dos Estados Unidos, a sua renda básica universal? Esse exemplo é bem ilustrativo de como não faz sentido buscar soluções no passado ou que sejam apenas nacionais/locais, é preciso pensar globalmente.

Independente de quais sejam as soluções, parte delas passa pela política (cooperação e talvez até regulação internacional) e pelo investimento público em educação, empreendedorismo e algum tipo de seguridade social. Apesar do desemprego nos Estados Unidos estar em um nível muito baixo, cerca de 4,6%, os especialistas apontam que as indústrias nos Estados Unidos empregam cada vez menos pessoas, trabalhos com bons salários que exigiam poucas habilidades já são muito raros e que a grande maioria dos empregos está na indústria de serviços (COHEN, 2016).

Há um contraste entre aqueles que conseguem se beneficiar da tecnologia e da globalização, uma vez que tem as habilidades requeridas pela economia e um maior nível de educação e os *blue-collar workers*.

## DOCTRINA

O crescimento na demanda por trabalhadores qualificados, com altas habilidades cognitivas e criativas, gerou um aumento do salário relativo dessas pessoas o que tende a aumentar a desigualdade, uma vez que as ocupações de baixo salário e que exigem menores níveis educacionais são as mais ameaçadas pela automação, o que diminui a demanda e, conseqüentemente, os salários. Como é descrito no relatório da Casa Branca, é difícil prever, exatamente, quais empregos não serão eliminados pela automação, quais serão mais produtivos, ou seja, se beneficiarão com as novas tecnologias e quais novas profissões serão criadas, mas é inegável a importância da política e das instituições na transição do efeito destrutivo da tecnologia sobre o emprego, para o efeito capitalizador, de forma a assegurar a competitividade, a redução da desigualdade e uniformizar a prosperidade gerada pela Quarta Revolução Industrial aos trabalhadores e consumidores.

Uma vez que as intempéries da Quarta Revolução Industrial atingem, mais fortemente, as pessoas mais dependentes do lado da produção (em comparação com os benefícios inegáveis que trazem para os consumidores) o risco é a utopia keynesiana de trabalhar apenas 15 horas por semana virar um mundo do “preariado”, em que os trabalhadores para sobreviver tenham que se deslocar de tarefa para tarefa sem nenhum direito trabalhista, o que geraria uma instabilidade política e social que poderia colocar em risco a própria democracia.

### Referências bibliográficas

BAUMAN, Zygmunt; MAURO, Enzi. *Babel: entre a incerteza e a esperança*. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.

BERGER, Thor; FREY, Carl Benedikt. *Structural transformation in the OECD-digitalisation, deindustrialisation and the future of work*. OECD publishing, 2016.

BYRNES, N. Learning to prosper in a factory town. *MIT Technology Review*, 18 Oct. 2016. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/602489/learning-to-prosper-in-a-factory-town/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede: a era da informação – economia, sociedade e cultura*. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005. v. 1.

COHEN, P. President Obama is handing a strong economy to his successor. *The New York Times*, 2 Dec. 2016. Disponível em: <[https://www.nytimes.com/2016/12/02/business/economy/jobs-report.html?\\_r=1](https://www.nytimes.com/2016/12/02/business/economy/jobs-report.html?_r=1)>. Acesso em: 10 mar. 2017.

EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES. *Artificial intelligence, automation, economy*. Relatório. 2016.

FERRY, Luc. *A inovação destruidora: ensaio sobre a lógica das sociedades modernas*. Trad. Vera Lúcia dos Reis. Rio de Janeiro: Objetiva, 2015.

## DOCTRINA

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael. *Technology at Work v2.0*. Oxford Martin School, Citi GPS, 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *The future of employment*. Oxford Martin School, 2013.

HARARI, Y. N. *Homo Deus: uma breve história do amanhã*. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

KORZUL-WRIGHT, Richard. Robots and industrialization in developing countries. *Policy Brief*, n. 50, Oct. 2016. Disponível em: <[http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/presspb2016d6\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/presspb2016d6_en.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2017.

LEVY, R.; TURNER, M. One brutal chart from the biggest hedge fund in the world explains everything. *Business Insider*. 12 Nov. 2016. Disponível em: <[http://www.businessinsider.com/a-brutal-chart-from-bridgewater-explains-the-rise-of-trump-2016-11?utm\\_content=buffer3ea87&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter.com&utm\\_campaign=buffer](http://www.businessinsider.com/a-brutal-chart-from-bridgewater-explains-the-rise-of-trump-2016-11?utm_content=buffer3ea87&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer)>. Acesso em: 10 mar. 2017.

MASI, Domenico de. *O futuro do trabalho: fadiga e ócio na sociedade pós-industrial*. 5. ed. Rio de Janeiro: UnB, 2000.

MILLER, Clair. The long-term jobs killer is not China. It's automation. *New York Times*, 21 Dez. 2016. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2016/12/21/upshot/the-long-term-jobs-killer-is-not-china-its-automation.html>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

ROTMAN, David. How technology is destroying jobs. *MIT Technology Review*, 12 Jun. 2013. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/515926/how-technology-is-destroying-jobs/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Technology and inequality. *MIT Technology Review*, 23 Oct. 2014. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/531726/technology-and-inequality>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SWANSON, A. Why the industrial revolution didn't happen in China. *Washington Post*, 28 out. 2016. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2016/10/28/why-the-industrial-revolution-didnt-happen-in-china/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

THE ECONOMIST. *Difference engine: luddite legacy*. 4 Nov. 2011. Disponível em: <<http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/11/artificial-intelligence>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

VIALLI, A. Indústria 4.0 vai usar menos energia. *Valor Econômico*, 28 set. 2016.

Recebido em: 21/05/2019

Aprovado em: 07/11/2019