



A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: A INDÚSTRIA 4.0 REDEFININDO PADRÕES PRODUTIVOS E COMPORTAMENTAIS DA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA

THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION: THE NEW INDUSTRY REDEFINING THE PRODUCTIVE AND BEHAVIORAL PATTERNS OF CONTEMPORARY SOCIETY

EDSON ALVES DE SOUZA

Mestre em Ciências Humanas – UNISA – Universidade de Santo Amaro - Pós-Graduado em Gestão de Recursos Humanos- FECAP –Administrador de Empresas - Prof. nos cursos de Gestão e Negócios da Faculdade Sequencial – SP

RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar e refletir sobre alguns possíveis e significativos impactos sociais provocados pela Quarta Revolução Industrial, que já desponta no início do século XXI. Para isso consideramos o atual estágio do desenvolvimento das tecnologias digitais. Temos como objetivos específicos: (i) compreender se e como a Cibercultura contribuiu no surgimento da indústria 4.0; (ii) entender como a conectividade promovida pelo ciberespaço possibilita um novo desdobramento no fenômeno Revolução Industrial; e (iii) compreender se a indústria 4.0 oferece possibilidades de transformações na sociedade como as ocorridas nas Revoluções Industriais anteriores. Nosso arcabouço teórico se baseia nos estudos de (SCHWAB, 2016; SCHWAB, DAVIS, 2018; ALBERTIN, ALBERTIN, 2017 e COELHO, 2016), os quais entendem que os indícios da Quarta Revolução Industrial já são visíveis na sociedade contemporânea, e (LÉVY, 1999, 2015) e (SANTAELLA, 2010, 2013), que defendem a opinião de que já há uma cultura para isso – a cibercultura. A metodologia de nossa pesquisa é bibliográfica e exploratória (GIL, 2002). Partimos da hipótese de que vários são os indicativos evidenciando uma nova e profunda transformação em nossa sociedade, por meio das novas tecnologias digitais, pela conectividade proporcionada por elas e pelo consequente uso na nova indústria.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Internet das Coisas; Tecnologias digitais.





ABSTRACT

This study aims to analyze and reflect on some possible and significant social impacts caused by the Fourth Industrial Revolution that already appears at the beginning of the 21st century. For this we consider the current stage of the development of digital technologies. Our specific objectives are: (i) to understand how industry 4.0 can transform the current industrial production model; (ii) to understand how the connectivity promoted by cyberspace allows a new unfolding in the phenomenon Industrial Revolution; and (iii) decide whether industry 4.0 offers possibilities for transformations in society as occurred in previous Industrial Revolutions. Our theoretical framework is based on the studies of SCHWAB (2016), SCHWAB; DAVIS (2018), ALBERTIN; ALBERTIN (2017) and COELHO (2016), who understand that the signs of the Fourth Industrial Revolution are already visible in contemporary society, and LÉVY (1999, 2015) and SANTAELLA (2010, 2013), that defend the opinion that there is already a culture for this – the cyberculture. The methodology of our research is bibliographic and exploratory (GIL, 2002). We start from the hypothesis that several are the indications showing a new and deep transformation in our society, by the new digital technologies, by the connectivity provided by them and the consequent use in the new industry.

Keywords: Industry 4.0; Internet of Things; Digital Technologies.

1 INTRODUÇÃO

O mundo de hoje certamente não seria o mesmo sem o desenvolvimento do motor a vapor por James Watt , em 1765. De lá para cá, a sociedade que conhecemos foi intimamente influenciada pelo surgimento de novas tecnologias, as quais moldaram a sociedade que conhecemos e que cada vez mais fazem parte de nosso dia a dia. A Revolução Industrial, como fenômeno social, teve tanta importância que vivemos seus desdobramentos e consequências até os dias de hoje, e tudo indica que outros capítulos dessa odisseia ainda surgirão. A primeira Revolução Industrial (1750-1850) ocorreu na Inglaterra, com destaque para a última terça parte do século XVIII, quando nasceu a grande indústria (MANTOUX, 1989).

Na Revolução Industrial, em sua primeira fase, tanto a indústria quanto a agricultura já sofriam as transformações proporcionadas pela mecanização em fins do século XVIII. Lodi (1978) lembra outras tecnologias que ajudaram a transformar os





sistemas produtivos da época, como o tear hidráulico, inventado por Arkwright, em 1769, e o tear mecânico, inventado por Cartwright, em 1785, bem como o descaroçador de algodão, criado por Whitney, em 1792. Essas inovações proporcionaram mudanças significativas aos processos de produção, surgindo uma nova concepção de trabalho que modificou tanto a forma de produzir quanto a de comercializar. Nessa época, nasceu a produção em massa, o que exigiu o aumento da mão de obra nas indústrias, assim provocando acentuado êxodo rural, fazendo com que as cidades inchassem, e a infraestrutura, que já era deficitária, tornar-se ainda mais precária. Há um rápido crescimento econômico das indústrias e das cidades, surgindo uma nova classe social, a burguesia, e com ela um grande acúmulo de capital (CHIAVENATO, 2003).

Novas tecnologias aparecem rapidamente; as pequenas oficinas transformam-se em fábricas; a mecanização da agricultura gera avanços importantes na produtividade. A Segunda Revolução Industrial (1850-1950) proporciona um grande salto no desenvolvimento de novas tecnologias, o rádio, o telefone, os eletrodomésticos, a televisão e a iluminação elétrica são exemplos dos impactos que a Segunda Revolução Industrial provocou na sociedade da época (SCHWAB; DAVIS, 2018). Essa fase também foi marcada pela grande evolução no comércio e nos meios de locomoção, consolidando a aviação como meio de transporte internacional (LODI, 1978). Com esse segundo desdobramento da Revolução Industrial, inicia-se a formação do acúmulo de capital, gerando imensas fortunas para essa nova classe social, os industriais (LODI, 1978). O surgimento de trustes e fusões empresariais dá impulso ao desenvolvimento do sistema fabril. O artesão e sua pequena oficina desaparecem, dando lugar à fábrica, surgem as indústrias em detrimento da atividade rural.

A Segunda Revolução Industrial foi provocada por três principais fatores: “o aparecimento do processo de fabricação do aço (1856); o aperfeiçoamento do dínamo (1873) e a invenção do motor de combustão interna (1873) por Daimler” (CHIAVENATO, 2003, p. 34), caracterizados pelas substituições do ferro pelo aço como material de base da indústria, do vapor pela eletricidade e derivados do petróleo como energia, do operário desqualificado pelo especializado e o desenvolvimento de novos desenhos e formas





organizacionais. Por volta de 1950, os primeiros computadores entram em operação e surge a Terceira Revolução Industrial, por meio das tecnologias digitais. A automação ganha força nas indústrias e as máquinas com Controle Numérico Computadorizado (CNCs) já incorporam as linhas de produção.

A sociedade contemporânea tem nas tecnologias digitais um dos fatores que influenciam diretamente o cotidiano do cidadão comum (PRENSKY, 2012; MATTAR, 2010). Quando Bruno (2016) nos explica que, especificamente as indústrias no Brasil, as tecnologias digitais ainda não estão presentes na grande parte do nosso parque fabril, o que evidencia que os avanços das tecnologias digitais nesse segmento ainda não estão em patamares semelhantes aos de outros países, como nos serviços, cujo autoatendimento, proporcionado pelas tecnologias digitais, é uma realidade nas regiões desenvolvidas, crescendo rapidamente nos países em desenvolvimento (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2010).

Ainda segundo Bruno (2016), a indústria no Brasil, em sua maioria, encontra-se em um grau de desenvolvimento situado numa transição entre a Segunda e a Terceira Revolução Industrial. Para o pesquisador, a Terceira Revolução Industrial talvez tenha sido aquela que mais transformou o modo de vida do cidadão comum, pois os avanços das tecnologias digitais, principalmente da internet, possibilitaram atingirmos níveis de rapidez das informações, conhecimentos e comunicações, sociabilidade e conectividade jamais vistas nas revoluções anteriores.

Buscamos com este estudo compreender como a indústria 4.0 poderá transformar o atual modelo de produção industrial num processo completamente automatizado, entender como a conectividade promovida por diversos conjuntos de tecnologias (SCHWAB, 2016) possibilita um novo desdobramento do fenômeno da Revolução Industrial, pois a partir de dignos autores pesquisados entendemos que já se desenvolveu uma cultura na sociedade para isso, a cultura do cibernético, a cultura do digital, ou seja, a cibercultura e depreender se a indústria 4.0 oferece possibilidades de transformações na sociedade como as ocorridas nas Revoluções Industriais anteriores. Para uma compreensão adequada, possibilitando o êxito nessa empreitada, debruçamo-nos sobre





os estudos dos pesquisadores (SCHWAB, 2016; SCHWAB; DAVIS, 2018; ALBERTIN; ALBERTIN, 2017; COELHO, 2016), que entendem que a Quarta Revolução Industrial já está em sua fase embrionária, e LÉVY (1999, 2015) e SANTAELLA (2010, 2013), que nos explicam que a Revolução Digital nos conduziu a um ambiente e a uma cultura consolidada: a cibercultura.

2 A CIBERCULTURA COMO ALICERCE PARA A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Para Santaella (2010), a cibercultura nasce no computador, nas suas requisições e possibilidades. Segundo a autora, o computador é uma máquina com produtos inteligentes, focado na informação e no conhecimento. Quando conectado nas redes digitais, ele permite a interação de indivíduos e grupos. A natureza dessa interação é essencialmente heterogênea. Santaella (2010) entende que a cultura é parte do ambiente feito pelo homem. Assim Santaella (2010, p. 31) explica que:

A cultura inclui todos os elementos do legado humano maduro que foi adquirido pelo aprendizado consciente, ou num nível de algo diferente, por processos de condicionamento, técnicas de várias espécies, sociais ou institucionais, crenças, modos padronizados de conduta.

Segundo a pesquisadora, os avanços tecnológicos são parte do desenvolvimento da condição humana. Em 1992, Lúcia Santaella utiliza a terminologia *cultura das mídias*, explicando que os avanços tecnológicos atuais nos trouxeram uma nova cultura, cujo digital está no cerne do cotidiano das pessoas, e que desse modo já vivemos na cultura do cibernético, ou na *cibercultura*. Tanto Lévy (2015) quanto Santaella (2010) entendem de maneira semelhante a nova forma de cultura baseada no cibernético, a cibercultura. Lévy (2015, p.31) explicita isso quando afirma que:

Como no caso da invenção do computador pessoal, uma corrente cultural espontânea e imprevisível impôs um novo curso ao desenvolvimento





tecnoeconômico. As tecnologias digitais surgiram, então, como a infraestrutura do ciberespaço, novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, mas também novo mercado da informação e do conhecimento.

Para Primo et al. (2017), é impossível se viver na sociedade atual sem as interações nas mídias sociais. Os autores citam o exemplo da interrupção do *WhatsApp* por 20 horas em 2015, que trouxe um verdadeiro caos para a vida dos brasileiros. Estar constantemente conectado é uma realidade para a maioria das pessoas que vivem nos grandes centros, em especial para os indivíduos mais jovens, os nativos digitais, cujo termo foi cunhado e muito bem explicado por Prensky (2012). Para o autor, os nativos digitais são os indivíduos que já nasceram na era digital, são altamente conectados, relacionam-se intensamente nas redes sociais e têm no *smartphone* um companheiro inseparável.

Lévy (2015) afirma que, desde 1960, já era previsível que o desempenho do computador aumentaria, e que um dia faria parte do cotidiano da maioria das pessoas ao redor do mundo, ocasionando um movimento geral e constante em direção ao virtual. Na década de 1970, com a criação do microprocessador, e em 1990, com o surgimento da internet no formato *World Wide Web*, disseminaram-se, para além da imaginação daqueles mais otimistas na década de 60, as potencialidades das tecnologias digitais. Para Lévy (2015) e Santaella (2010), o digital se tornou cultura, pois transformou o modo de vida das pessoas e hoje faz parte de seus cotidianos.

Lévy (1999) já profetizava o que viria a ser a cultura no início do século XXI. Ele compreendia que as novas técnicas proporcionadas pelas tecnologias digitais estariam tão entranhadas na vida do ser humano moderno, que as culturas até então conhecidas teriam uma nova concepção, o que ele chamou de **cibercultura**. Na época, poucos imaginavam que haveria uma interação, integração e interdependência de tal forma que as sociedades do início do novo século aceitariam e entenderiam quase normalmente uma espécie de *simbiose* entre o homem e a máquina.

Na década de 1990, ainda nos primórdios da internet, e com o surgimento das maravilhas proporcionadas por ela, Lévy (1999) era enfático ao dizer que o digital estava





no limiar de seu caminho, que a interconexão entre computadores, o que entendemos como a extensão do ciberespaço, já estava em ritmo acelerado. Dessa forma, o pesquisador já vislumbrava os próximos padrões de comunicações multimodais e as novas interfaces com o universo do mundo digital. O pesquisador já antevia as possibilidades de, no futuro, ser possível a interconexão entre máquina e máquina, e isso nos parece mais claro quando ele divaga o quanto o digital “encontra-se ainda no início de sua trajetória” (LÉVY, 1999, p. 27).

Para quase todos os setores da sociedade, se não todos, seria impossível atingir o atual estágio em que estamos sem a presença das tecnologias digitais. Destacamos, entre esses setores, o Estado que, embora seja responsável pelas políticas geradoras de postos de trabalho, é também o incentivador da inserção das novas tecnologias, nesse sentido nos parece uma incoerência, visto que em primeiro momento as novas tecnologias contribuem para redução dos postos de trabalho. Esse contrassenso é explicado por Lévy (2015, p. 26-27) quando afirma:

O desenvolvimento das cibertecnologias é encorajado por Estados que perseguem a potência, em geral, e a supremacia militar em particular. É também uma das grandes questões da competição econômica mundial entre as firmas gigantes da eletrônica e do software, entre os grandes conjuntos geopolíticos. Mas também responde aos propósitos de desenvolvedores e usuários que procuram aumentar a autonomia dos indivíduos e multiplicar suas faculdades cognitivas, Encarna por fim, o ideal de cientistas, de artistas, de gerentes ou de ativistas da rede que desejam melhorar a colaboração entre as pessoas, que exploram e dão vida a diferentes formas de inteligência coletiva e distribuída. Esses projetos heterogêneos diversas vezes entram em conflito uns com os outros, mas com maior frequência alimentam-se e reforçam-se mutuamente [...].

Lévy (2015) afirma que o mundo virtual é algo parecido com um *metamundo*, ou seja, é ao mesmo tempo virtual e separado do mundo físico e também uma extensão, uma conexão do mundo virtual com o mundo físico, no qual as ações do mundo virtual interferem diretamente no mundo físico e vice-versa. O pesquisador também se refere à *cibercultura* como condicionante e não determinante. O autor aguça a nossa curiosidade questionando se “as técnicas condicionam a sociedade ou a cultura? A técnica é





produzida dentro de uma cultura e uma sociedade encontra-se condicionada às suas técnicas” (LÉVY, 2015, p. 27).

Pelas explicações de Lévy (1999, 2015) e Santaella (2010), compreendemos a emergência do *ciberespaço*, a qual promove uma evolução da sociedade. Depreendemos que para haver uma transformação dentro de uma perspectiva mais radical, a sociedade, de certa forma, deve estar razoavelmente preparada para tal. Como exemplo, na realidade brasileira, lembramos o episódio da aquisição dos primeiros robôs pela montadora de automóveis Volkswagen do Brasil, na década de 1980¹, introduzidos inicialmente na área de pintura, que foi motivo de várias greves promovidas pelo sindicato dos metalúrgicos do ABC, havendo a alegação de que isso retiraria os postos de trabalho das pessoas, substituindo-as por máquinas.

Se imaginarmos uma fábrica de automóveis na década de 1980, ou antes, quando se buscava uma automação ainda num nível próximo do elementar (LODI, 1978), como seria possível se imaginar que no início do século XXI se estaria tentando entender a viabilidade de uma indústria completamente automatizada, com automóveis se locomovendo autonomamente, casas inteligentes, robôs inteligentes, máquinas orientando máquinas, com pouquíssima ou nenhuma interferência humana? Certamente a resposta mais razoável seria da não possibilidade, por falta de um ambiente e de uma cultura propícia. Assim, acreditamos que a cultura hoje existente, a cibercultura, principalmente quando nos referimos aos indivíduos das novas gerações, é a base para mais uma transformação na sociedade promovida pela nova indústria, a indústria 4.0.

Verificamos pelas explicações de Levy (2015) e Santaella (2010) que a Cibercultura teve papel importante no surgimento da indústria 4.0, da seguinte maneira: i) com a invenção do computador pessoal e da internet, surge nova corrente cultural, assim nasce a cibercultura, a cultura do digital; ii) conforme explicado por Lévy (2015) o mundo virtual pode ser considerado um *metamundo* que ao mesmo tempo é virtual e separado do mundo físico, mas também uma extensão, uma conexão do mundo virtual com o mundo físico; iii) os nativos digitais são os indivíduos nascidos na era digital e pelas explicações de Prensky (2012) aprendem e se

¹ Disponível em: <http://vwbr.com.br/ImprensaVW/page/Producao.aspx>. Acesso em: 02 jan. 2021





relacionam mais e melhor com as tecnologias digitais e não conseguem viver fora das redes sociais, dessa forma, as novas gerações já estão devidamente preparadas para a cibercultura; iv) a técnica é parte integrante da cultura de uma sociedade e ela, por sua vez, encontra-se condicionada à suas técnicas e as novas técnicas estão entranhadas na sociedade, formando assim uma verdadeira *simbiose* entre homem e máquina.

3 A INTERNET DAS COISAS: UMA REVOLUÇÃO NA COMUNICAÇÃO ENTRE MÁQUINAS

Com a escalada do desenvolvimento do computador, pela concepção teórica e posteriormente o surgimento da máquina de *Turing* (1930), iniciou-se a evolução das tecnologias digitais (SANTAELLA, 2010). Para a pesquisadora, uma nova estrutura de *hardware* possibilitou o surgimento da máquina universal programável, quando esta viabiliza a comunicação e os dados podem ser “transmitidos e alterados com a mesma facilidade com que elas alteram os conteúdos que apresentam” (SANTAELLA, 2010, p. 22). A estudiosa salienta sobre a combinação das facilidades de soluções apresentadas pela união entre *software* e *hardware* nos projetos de novos computadores, sendo decisiva para a criação do conhecimento necessário que acelerou o desenvolvimento tecnológico contemporâneo. E esses conhecimentos possibilitaram as ferramentas da Internet das Coisas (*IOT*). Souza (2017, p. 25) explica:

A partir de 1990, com a criação da Rede Mundial de Computadores, *World Wide Web*, pelo professor e físico Timothy John Berners-Lee, a internet adquire dimensões globais e a profusão e disseminação da informação ganham proporções inimagináveis.

Com a popularização da internet e a integração das pessoas com os computadores e também entre os computadores, surgem as bases para um nível de conectividade que moldaria a face da *IoT*, inicialmente desenvolvida como um meio de





comunicação entre computadores, mas que atualmente possibilitam algo muito além. Com a evolução da internet, transmitindo dados e também voz, imagem e vídeo, a aplicação desses dispositivos inteligentes generalizou-se para a comunicação entre outros tipos de equipamentos. Para Schwab e Davis (2018), a *IoT* será o principal fator de impulsão da nova indústria, uma indústria na sua quarta etapa de (*r*)evolução, também chamada de Indústria 4.0, consequentemente responsável direta pela Quarta Revolução Industrial. Schwab; Davis (2018, p. 148) explicam que:

A *IoT* é um elemento central da infraestrutura da Quarta Revolução Industrial. Trata-se de uma gama de sensores inteligentes conectados a qual coletam, processam e transformam os dados de acordo com a necessidade; os dados são, então, enviados para outros dispositivos ou indivíduos para atender os objetivos de um sistema ou usuário.

A partir de então, dispositivos dos mais variados tipos são interligados via rede. Assim, a *IoT* pode ser entendida como uma forma de integrar e interligar as máquinas ou equipamentos por meio de sensores inteligentes, conectando-os à rede internet. E isso é possibilitado pela coleta e tratamento dos dados presentes nos sensores da *IoT*, que já estão inseridos em muitos aparelhos e que aumentarão vertiginosamente nos próximos anos, como avaliam Albertin e Albertin (2017). Em pesquisa, a Gartner aponta que em 2021 existem 20 bilhões de dispositivos conectados no mundo e em 2022 serão 50 bilhões, aproximadamente². No Brasil, em 2017, já havia 27 milhões de conexões entre aparelhos (ALBERTIN; ALBERTIN, 2017). Esses sensores instalados nos dispositivos são dotados de *softwares* apropriados, aos quais se conectam e transmitem informações sobre seu funcionamento de acordo com o esperado pelo usuário (ALBERTIN; ALBERTIN, 2017).

Para melhor se entender a *IoT*, pode-se exemplificar com algumas aplicações as quais, várias delas, já fazem parte do cotidiano de muitas pessoas nos dias atuais. Hoje é possível, por meio do *smartphone*, acompanhar as imagens das câmeras de segurança

² Pesquisa Gartner sobre tendências em tecnologias. Disponível em: <http://printwayy.com/blog/2019-as-10-maiores-tendencias-em-tecnologia-segundo-a-gartner/Acesso> em: 11 set. 2021.





de uma residência ou empresa, ou em veículos inteligentes, quando numa situação de pane, o sistema de bordo aciona o serviço de emergência e informa ao técnico qual o defeito apresentado. Outro exemplo muito interessante das aplicações da *IoT* é o da casa inteligente, na qual, pelo *smartphone*, o usuário pode controlar a temperatura do ambiente, ligar o aparelho de música com a seleção *aprendida* pelo aparelho de som, acionar o aquecedor da hidromassagem e controlar a luminosidade do local. Vale lembrar os veículos autônomos, que em breve deverão estar circulando em nossas ruas e avenidas, quando o usuário, ao invés de assumir o volante, poderá ligar o *tablet* e ler as notícias enquanto se dirige ao local de trabalho e, lá chegando, ordenará a seu veículo para estacionar, autonomamente, em vagas de estacionamento com sensores inteligentes que indicarão as vagas disponíveis (SCHWAB, 2016).

Para Coelho (2016, p. 12), “temos na revolução da *IoT*, a ligação de todo o tipo de objetos na rede, e o conseqüente aumento exponencial dos objetos conectados”. E assim nos faz entender que, com a *IoT*, podemos conectar todo tipo de máquina eletroeletrônica e dessa forma possibilitar a maximização da automação. A *IoT* permite tudo isso e ainda mais (SCHWAB; DAVIS, 2018). Como aconteceram nas Revoluções das indústrias 1.0, 2.0 e 3.0, entendemos o quanto serão inevitáveis às transformações em nossa sociedade, e elas, mais uma vez, acontecerão em função de um novo desdobramento da indústria, a indústria 4.0 totalmente automatizada. Mas estamos preparados para essa transformação? Eis uma questão que permeia e aguça nossa imaginação e nossos estudos.

Nos anos de 1920, o dramaturgo tcheco Karel Capek lançava a peça *R.U.R.* (*Rossumovi Univerzální Roboti*), ou em português (Robôs Universais de Rossum), ou ainda *Robota*, que nas línguas eslavas significa servidão, trabalho forçado. De lá para cá, a inteligência artificial se integra cada vez mais ao Robô, se desenvolveu e ganhou cada vez mais importância dentro dos conceitos da indústria 4.0. Exemplos não faltam: funções que pouco tempo atrás eram exclusivamente humanas, como redator, hoje em jornais americanos, como o *Los Angeles Times* ou o *Washington Post*, contam em seus quadros





com robôs na edição de determinadas matérias. Esse recurso é chamado de algoritmo, e é ele que possibilita a execução de uma tarefa de tamanha complexidade³

É difícil falarmos de inteligência artificial e não citarmos o computador cognitivo da IBM, o *Watson*, possivelmente ele seja um dos melhores advogados do mundo, já que é um especialista em várias áreas jurídicas, e também provavelmente um dos melhores médicos do mundo, pois muitos o consideram o maior especialista em câncer no planeta. O *Watson* literalmente aprende sozinho, pois, após devorar imensos volumes de determinado assunto, ele é capaz de utilizar os conhecimentos adquiridos formulando soluções para um número gigantesco de problemas, segundo Fabio Scopeta Rodrigues⁴, executivo da Microsoft.

Em 2015, a Toyota Motor Co. anunciou um investimento gigantesco no desenvolvimento de seu veículo autônomo, por entender que para se manter na vanguarda do mercado automobilístico seria necessário pensar em soluções inovadoras para os problemas de mobilidade urbana que a maioria das sociedades modernas apresentam nos dias de hoje. O TRI (*Toyota Research Institute*) é o resultado desse investimento; a empresa se orgulha de inovar no mercado e de ser uma das pioneiras nesse novo modelo de transporte. Exemplo disso são os *slogans* com os quais ela apresenta o seu mais novo produto, o TRI da Toyota: Direção automatizada: percebendo a condução segura e acessível; Robotizado: melhorando a qualidade de vida humana e ampliando a independência; Inteligência artificial: melhorando a percepção, a compreensão e o planejamento da autonomia; Descoberta de materiais: acelerando os métodos de descoberta de materiais avançados através da IA; Experiência de usuário: Habilitando o trabalho em equipe, pessoas e máquinas⁵.

³ Em ciência da computação, um algoritmo é uma sequência finita de ações executáveis que visam obter uma solução para um determinado tipo de problema. Segundo Dasgupta, Papadimitriou e Vazirani, “algoritmos são procedimentos precisos, não ambíguos, mecânicos, eficientes e corretos”. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Algoritmo>> Acesso em: 02 jan. 2021.

⁴ Fabio Scopeta Rodrigues - Diretor de Transformação Digital e Inteligência Artificial da Microsoft América Latina. Disponível em: <<https://news.microsoft.com/pt-br/tag/fabio-scopeta/>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

⁵ Toyota Research Institute. Disponível em: <<https://www.tri.global/>>. Acesso em: 02 jan. 2021.





Embora não seja a proposta desta pesquisa, o aprofundamento sobre a temática da inteligência artificial nos chama a atenção para o fato de que muitos estudiosos demonstram preocupações com os riscos que o desenvolvimento dessa tecnologia pode trazer à humanidade. Pouco antes de sua morte, Stephen Willian Hawking (1942-2018), notório físico e cosmólogo britânico, já manifestava enfaticamente suas preocupações com os avanços nas pesquisas envolvendo a IA. Certamente não se trata de alguém comum e suscetível às propagandas cinematográficas *Hollywoodianas* sobre a criatura se voltando contra o criador, mas sim de um dos maiores cientistas da história humana, pois, sendo um campo muito novo e com grande potencial para desenvolvimentos, toda precaução é bastante razoável. Num artigo publicado pela revista Exame, de março de 2018, em seu comentário o pesquisador explica que é necessário estarmos cientes aos perigos, sabermos identificá-los e estarmos preparados para suas consequências com muita antecedência.⁶ Independentemente dos riscos que sempre existirão, é necessário primeiramente enxergar as vantagens e os ganhos que tecnologias como a IA poderão trazer para as sociedades.

Para Paula Bellizia, CEO da Microsoft Brasil⁷, até 2030 a IA deve melhorar em até 40% a produtividade organizacional. Segundo a executiva, hoje a IA está mostrando apenas a *ponta do iceberg*, pois grandes avanços ainda estão por vir, e num futuro próximo nenhum ser humano viverá sem a IA.

Compreendemos que dentre todas as tecnologias que fazem a indústria 4.0, provavelmente a *IoT* é a que melhor represente esse conceito pois é ela que promove a comunicação entre máquinas, dispositivos e equipamentos, assim é a tecnologia que permite a principal característica da indústria 4.0 que é a conectividade (SCHWAB, 2016; SCHWAB, DAVIS, 2018). Assim identificamos que: i) a *IoT* é o principal fator de impulsão da indústria 4.0, ela que conecta, interliga e dá a fisionomia da indústria 4.0 e possibilita

⁶ Artigo publicado na revista Exame. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/stephen-hawking-faz-alerta-sobre-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 02 jan. 2021.

⁷ Paula Bellizia - CEO Microsoft Brasil. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/tudo-sobre/paula-bellizia/>. Acesso em: 9 mar. 2019.





a comunicação de todo tipo de máquinas e dispositivos eletroeletrônicos na rede; ii) o número de sensores conectados cresce enormemente no mundo, em 2021 já há 20 bilhões de dispositivos conectados e em 2022 serão 50 bilhões, aproximadamente, a comunicação entre máquinas já uma realidade; iii) A integração da IA com outras tecnologias como *IoT* e robótica revolucionarão os meios de transportes tanto terrestres com automóveis transportando pessoas e cargas pequenas, principalmente nos grandes centros, os caminhões para cargas pesadas nas estradas e também os robôs aéreos (*Drones*).

4 A INDÚSTRIA 4.0: O INÍCIO DE MAIS UMA REVOLUÇÃO

O motor a vapor, desenvolvido por James Watt, que como tecnologia inovadora, na época, transformou profundamente os meios de produção, fez surgir um novo segmento na economia, com a proliferação das indústrias, à medida que as máquinas de diversos tipos, movidas a vapor, iam surgindo. Esse fenômeno provocou um êxodo rural na Inglaterra, quando as cidades passaram a oferecer empregos nas fábricas (LODI, 1978). Tais impactos, além de tantos outros, provocaram profunda transformação na sociedade, cujo fenômeno ficou conhecido como a primeira Revolução Industrial. De lá para cá, os desdobramentos da primeira Revolução Industrial continuam impactando o mundo com novas e surpreendentes tecnologias. Entendemos as revoluções industriais como desdobramentos, umas das outras, porém no entendimento de Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial se apresenta de forma diferente, pois ela não surge pelo aparecimento de uma nova tecnologia, mas pelo novo uso das ferramentas existentes, ou seja, computadores, internet e sensores inteligentes.

O termo Indústria 4.0 nasceu na Alemanha por ocasião da feira de Hannover, em 2011, para descrever um novo modelo de indústria que nascia, uma indústria inteligente, flexível, dinâmica e ágil. Surge também o entendimento de *Smart factory*, “uma fábrica inteligente, a qual faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes em uma cadeia





de abastecimento inteligente” (COELHO, 2016, p. 15). Para Schwab e Davis (2018), a Indústria 4.0 tem como condição essencial para sua existência a *IoT*, pois ela possibilita, por meio da comunicação entre os equipamentos, a automação plena da fábrica.

De acordo com Schwab e Davis (2018, p. 51), a Quarta Revolução Industrial terá “foco em sistemas e não em tecnologias”. O pensamento do pesquisador pode ser explicado pelos sistemas norteadores da conectividade entre dispositivos inteligentes - claro que as bases serão ainda as evoluções tecnológicas da Terceira Revolução Industrial ou Revolução digital. Porém podemos entender que a característica principal da Quarta Revolução Industrial seja a maximização da automação da Indústria, agora provocada pela integração plena dos dispositivos conectados pelos sensores inteligentes da *IoT*. Para os autores, o desafio que se apresenta a partir de agora é entendermos melhor o funcionamento e as possibilidades que podem oferecer os sistemas integrados para a comunicação entre os dispositivos e máquinas via sensores inteligentes. Ainda segundo Schwab e Davis (2018, p. 52):

[...] por meio da observação das tendências e conexões entre as tecnologias emergentes para entender como elas se relacionam umas com as outras e como impactarão nosso mundo de forma cumulativa. Em um mundo em rápida mudança, é preciso cultivar habilidades essenciais, pois os avanços tecnológicos que nos importam hoje serão ofuscados por desenvolvimentos ou aplicações amanhã.

De acordo com Schwab (2016), algumas tecnologias serão de importância vital para a Indústria 4.0. O estudioso cita os veículos autônomos e, de imediato, qualquer pessoa logo pensa em carros andando sozinhos, porém não é somente isso – caminhões, *drones* e submersíveis são bons exemplos de veículos com Inteligência Artificial que estarão disponíveis em poucos anos. Dentre as tecnologias citadas pelo pesquisador, a impressão 3D, conhecida por fabricação aditiva, que consiste na fabricação de um objeto físico pela adição de camada por camada de um modelo reproduzido em 3D, pois o processo tradicional utiliza uma sistemática contrária, ou seja, ela é subtrativa, retirando as camadas de um bloco de material até conseguir adquirir a forma pretendida. A robótica avançada estava até há pouco tempo quase que restrita às indústrias automotivas, porém





hoje as aplicações estão se generalizando e já podem ser observadas na agricultura de precisão, na enfermagem e em outras áreas.

O que se vislumbra num curto espaço de tempo é a colaboração mais significativa entre seres humanos e máquinas no cotidiano. O pesquisador exemplifica, esclarecendo o que podemos esperar dos avanços na área da robótica. Para Schwab, (2016, p. 15):

Em breve, o rápido progresso da robótica irá transformar a colaboração entre seres humanos e máquinas em uma realidade cotidiana. Além disso, por causa de outros avanços tecnológicos, os robôs estão se tornando mais adaptáveis e flexíveis, pois a concepção estrutural e funcional deles passou a ser inspirada por estruturas biológicas complexas (uma extensão de um processo chamado biomimetismo, pelo qual imitam-se os padrões e as estratégias da natureza). Os avanços dos sensores capacitam os robôs a compreender e responder melhor ao seu ambiente e empenhar-se em tarefas variadas; por exemplo, as tarefas domésticas. Ao contrário do passado, quando eles precisavam ser programados por uma unidade autônoma, os robôs podem agora acessar informações remotas através da nuvem e assim se conectar a uma rede de outros robôs. Quando a próxima geração de robôs surgir, eles provavelmente irão ser o reflexo de uma crescente ênfase na colaboração entre humanos e máquinas.

Novos materiais estão sendo criados e certamente revolucionarão os meios de produção. Materiais mais fortes, finos e recicláveis, materiais com memória e autorreparação ou autolimpeza (SCHWAB, 2016). A nanotecnologia, assim como a biotecnologia, também terá uma parcela significativa de contribuição nesse processo. Para Almeida (2005), o Brasil se caracteriza pela quase excelência nas pesquisas nessa área, perdendo apenas para os países desenvolvidos. “O desempenho do Brasil é menos satisfatório no que se refere à transposição das descobertas, inovações e resultados do saber científico para o campo da pesquisa aplicada e no terreno prático de suas derivações tecnológicas e industriais mais imediatas” (ALMEIDA, 2005, p. 2). Para o pesquisador, o desempenho do Brasil sobre as aplicações dos resultados científicos obtidos no terreno prático ainda não é expressivo, o que vem a se justificar pela falta de políticas governamentais que incentivem a produção científica e o respaldo financeiro que as pesquisas exigem.

Além das preocupações de Almeida (2005) sobre a utilização prática dos resultados dessas pesquisas, Farias et al. (2013) manifestam outras preocupações com





relação à sustentabilidade e responsabilidade social que serão impostas à Indústria 4.0, já que entendem que o desafio apresentado neste século é o desenvolvimento sustentável. As necessidades de matérias-primas e insumos que abastecerão a nova indústria deverão vir de fontes limpas e renováveis. Para os autores, “torna-se premente a necessidade de uma quarta revolução industrial, ou, ainda, a *Revolução da Limpeza* para avançarmos para a *Economia Pós-Carbono*” (FARIAS et al., 2013, p. 84).

Os processos logísticos, denominados de Logística 4.0, devem acompanhar a mesma dinâmica da Indústria 4.0. Para Fraga, Freitas e Souza (2016), a conectividade proporcionada pela Internet das Coisas está colocando a logística num patamar jamais visto. Os conceitos de *Just-in-time*, *Kanban* e *Kaizen*, por meio dos quais teoricamente se busca o mínimo de tempo nos processos, estoques e falhas zero, nunca estiveram tão próximos de ser alcançados.

Um ponto que deve ser levado em consideração é a questão do alto índice de desemprego que a Indústria 4.0 deverá provocar, e acreditamos que há um consenso entre os estudiosos sobre isso. Com a automação completa dos sistemas industriais, quase nenhuma mão de obra será necessária, e isso certamente provocará o desemprego em massa. Isso se configura não somente num grave problema social, mas também num problema econômico, pois a economia de um país se desenvolve por meio dos fatores de produção: terra, capital e trabalho (VASCONCELOS, 2011). O autor salienta também que um dos fundamentos da macroeconomia é o alto nível de emprego. Compreendemos que a economia se desenvolve com a geração de emprego e de renda, pois sem isso ela está comprometida e entra no que o autor classifica de estagnação econômica e, posteriormente, retração econômica.

Um recente estudo elaborado pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, o Brasil deverá perder mais da metade de seus empregados para as máquinas nos próximos trinta anos e isso ocorrerá se não houver medidas concretas no sentido de preparar os trabalhadores para a nova indústria. ⁸Já a BBC, em pesquisa sobre a

⁸ IPEA na mídia, reportagem de 02 abril 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34657>. Acesso em: 02 jan. 2021.





preparação de jovens para o mercado de trabalho, concluiu que 65% das crianças que estão entrando no ensino fundamental, hoje, estarão trabalhando em funções completamente novas no futuro⁹. Em todas as revoluções industriais, em suas fases iniciais, constatou-se grande perda dos empregos, exigindo que os trabalhadores tivessem novas competências para as novas funções que se apresentavam, e não será diferente com a Quarta Revolução Industrial.

Depreendemos que a Quarta Revolução Industrial, deverá impactar enormemente os processos produtivos como também o comportamento das pessoas nas sociedades atuais e futuras, pelo surgimento de novos produtos e serviços, pela extinção de incontáveis profissões, mas também pelo surgimento de novos postos de trabalho. i) A colaboração mais significativa entre homem e máquina e entre máquina e máquina pela IA, os robôs estão se tornando mais adaptáveis e reproduzindo mais fielmente a vontade e comportamento humano; ii) Novos materiais estão sendo produzidos, matérias inteligentes como os tecidos inteligentes, a nanotecnologia e biotecnologia contribuem significativamente para esse processo; iii) A indústria 4.0 é uma indústria inteligente, que faz produtos inteligentes, que usa equipamentos inteligentes e necessita de uma cadeia de abastecimento inteligente. Infelizmente, o desempenho do Brasil na transposição do conhecimento teórico para o desenvolvimento prático deixa a desejar o que nos faz reféns da importação de tecnologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Quarta Revolução Industrial já bate à nossa porta. Ao contrário do que ocorreu nas três primeiras revoluções, em que não se tinha uma noção de para onde cada uma delas nos levaria, dessa vez já podemos, se não com exatidão, pelo menos vislumbrar

⁹ Estudo BBC. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-46600196>> Acesso em: 02 jan. 2021.





que os impactos e transformações na sociedade do século XXI serão enormes, talvez maiores que nas anteriores. Com este estudo compreendemos que as transformações sociais e econômicas promovidas pela indústria 4.0, por adotar uma nova forma de produção de bens e serviços, serão significativamente diferentes, e que num primeiro momento haverá uma redução drástica da mão de obra, em especial daquela não qualificada, e talvez, em alguns casos, a não utilização de mão de obra, e que com a maximização da automação dos processos produtivos, promovidas pela *IoT* e sensores inteligentes, pela personalização dos produtos graças à impressão 3D, haverá uma diminuição significativa dos postos de trabalho das sociedades importadoras dessas tecnologias, como no caso do Brasil.

A euforia com os avanços tecnológicos poderá dar lugar às preocupações de caos social pela mudança drástica nas relações de capital versus trabalho nas principais economias do mundo, mas como aconteceu nas revoluções anteriores, compreendemos que em primeiro lugar haverá uma redução dos postos de trabalho, mas a médio e longo prazo acreditamos que os novos processos e novas tecnologias tragam também novos postos de trabalho cujas qualificações estejam adequadas às novas metodologias. No entanto, a proposta da Renda Mínima Universal, como apontado em nossos estudos, pode se apresentar como uma solução viável para a problemática exibida numa fase mais crítica dessa nova etapa. Só o tempo dirá.

Entendemos que as sociedades, principalmente as gerações mais jovens, já estão razoavelmente prontas para as transformações que virão, provocadas pela Quarta Revolução Industrial, pois esses indivíduos, desde que nasceram, demonstram uma enorme interação com o mundo digital, já que este sempre esteve presente e faz parte de suas vidas. Os nativos digitais, provavelmente, serão majoritariamente os indivíduos que estarão perfeitamente adaptados à nova realidade, pois são extremamente conectados, convivem e aceitam perfeitamente a conectividade, que é a base da Indústria 4.0. Conforme apontado em nossos estudos, a cibercultura é uma realidade e as novas técnicas ou tecnologias fazem parte da evolução de nossa cultura.





Por fim, depreendemos que, ao contrário das revoluções 1.0, 2.0 e 3.0, que aconteceram pelo surgimento de novas tecnologias, a quarta Revolução Industrial acontecerá, principalmente, pela conectividade que os processos já existentes proporcionaram, pela integração de sistemas diversos oferecidos pelos sensores inteligentes que farão o intercâmbio de informações e de conhecimentos entre máquinas e homens e entre máquinas e máquinas.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. M. **A internet das coisas irá muito além das coisas**. GV Executivo, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 12-17, mai. 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/68668>. Acesso em: 02 jan. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.12660/gvexec.v16n2.2017.68668>.

ALMEIDA, P. R., **O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial**. VI, n. 52, Maringá: Espaço acadêmico, 2005.

BRUNO, F. S. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira**. 2016. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>. Acesso em: 02 jan. 2021.

COELHO, P. M. N.. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Coimbra – FCTUC, Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%20c3%a0%20Industria%204.0.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2021.

FARIAS C. A.; RUGGIERO, S.; ZALESKI NETO, J.; ZULIETTI, L. F. **No limiar da quarta revolução industrial: iniciativas para sustentabilidade por empresas líderes do setor automotivo rumo à nova economia**. Faces Journal, v. 12, n. 3, jul-set. 2013. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/facesp/article/view/1442>. Acesso em: 02 jan. 2021.





FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços**: operações, estratégia e tecnologia da informação. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2010.

FRAGA, M. A. F.; FREITAS, M. M. B. C.; SOUZA, G. P. L. **Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade** – uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. Caderno PAIC - Programa de Apoio à Iniciação Científica. FAE - Centro Universitário, São Paulo, v. 17, n. 1, 2016. Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/214>. Acesso em: 02 jan. 2021.

LÉVY P. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. 10. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 5, 61. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LODI, J. B. **História da administração**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 1978.

MANTOUX, P. **A Revolução Industrial no século XVIII**: estudo sobre os primórdios da grande indústria moderna na Inglaterra. Tradução de Sonia Rangel. São Paulo: HUCITEC, 1989.

MATTAR, J. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson, 2010.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC, 2012.

PRIMO A. T.; VALIATI, V.; LUPINACCI, L.; BARROS, L. **Conversações fluídas na cibercultura**. Revista FAMECOS, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2017. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/24597/15011>. Acesso em: 02 jan. 2021.

SANTAELLA, L. **Culturas e artes do pós-humano**: da cultura das mídias à cibercultura. 4. ed. São Paulo: Paulus, 2010.

SANTAELLA, L.; GALA, A.; POLICARPO, C.; GAZONI, R. **Desvelando a internet das coisas**. Revista Geminis, São Carlos, v. 4, n. 2, 2013. Disponível em: <http://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141>. Acesso em: 02 jan. 2021.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.





SCHWAB, K.; DAVIS, Nicholas. **Aplicando a quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: EDIPRO, 2018.

SOUZA, E. A. **Novas tecnologias digitais na educação**: estudo de caso de um *game* no ensino superior. 2017. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) – Universidade de Santo Amaro – Unisa. São Paulo, 2017.

VASCONCELOS, M. A. S. **Economia micro e macro**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

