



Indústria 4.0: Mudanças e Perspectiva

Lucas Tartarotti, Guilherme Sirtori, Fabiano Larentis

RESUMO

A indústria 4.0 impulsionada pelo desenvolvimento e utilização de tecnologias facilitadoras está provocando mudanças significativas em diferentes setores da economia. No entanto, essas mudanças estão muito além do setor industrial. A indústria 4.0 revolucionará a agricultura, comércio e serviços. Os consumidores terão uma gama de possibilidades nunca vistas anteriormente. Neste sentido, o objetivo do artigo é compreender as mudanças atuais e perspectivas futuras da indústria 4.0. Para o alcance deste objetivo, optou-se pelo desenvolvimento de um ensaio teórico. Aprofunda-se o estudo da quarta revolução industrial e as mudanças decorrentes desta revolução. Conclui-se que a revolução industrial provocará importantes mudanças em como os indivíduos trabalham, vivem e se relacionam.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Desenvolvimento tecnológico. Setores econômicos.

1 INTRODUÇÃO

O termo “Indústria 4.0” origina-se de um projeto do governo da Alemanha que visava o desenvolvimento de tecnologias voltadas para as indústrias, com o objetivo de aumentar a competitividade através de fábricas inteligentes. Tais unidades de produção seriam proporcionadas através da conexão de máquinas, sistemas e ativos, criando redes controladas de forma autônoma, ao longo do processo produtivo. Assim, a intervenção humana seria insignificante (FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH, 2006).

Trata-se de um conceito que engloba as principais inovações tecnológicas referentes à automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos meios de produção. É baseada em processos industriais descentralizados, controlados de forma autônoma por sistemas *cyber* físicos e pela *internet* das coisas. Entretanto, as consequências da indústria 4.0 ultrapassam as barreiras industriais atingindo todos os setores da economia (AMORIM, 2017).

A partir da reflexão sobre estes estudos, o objetivo da pesquisa é compreender as mudanças atuais e perspectivas futuras da indústria 4.0. Tendo em vista que as mudanças que serão impostas pela indústria 4.0 serão abrangentes, torna-se relevante compreender os atuais impactos e expectativas futuras deste fenômeno. Sabe-se que este conjunto de mudanças que virão juntamente com o desenvolvimento da Indústria 4.0 gerará profundos impactos na sociedade, assim, somente quem compreender e se adaptar a esta nova realidade poderá prosperar neste novo cenário.

O artigo inicia com o desenvolvimento do referencial teórico. Aborda-se principalmente a quarta revolução industrial, os componentes e princípios da indústria 4.0. Após isto, apresenta-se o método utilizado na pesquisa. O presente artigo é um ensaio teórico sobre o tema. Portanto, a partir da reflexão sobre todos os estudos elencados, apresenta-se um panorama de mudanças e perspectivas decorrentes da indústria 4.0.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em seções para facilitar a compreensão e desenvolver em etapas o que pretende-se abordar. Aborda-se como temas principais a quarta revolução industrial, além dos componentes e princípios da indústria 4.0.



2.1 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

No ano de 2006 o Governo Alemão estabeleceu um projeto denominado *High Tech Strategy*, o qual possuía como objetivos estratégicos principais aumentar a produtividade da indústria através da inovação e elevar a competitividade com a manufatura asiática. Derivado desse projeto primordial, 4 anos mais tarde, em 2010, surgiu um novo plano de ação, o *High Tech Strategy 2020*, este que estabelecia a Alemanha como fornecedor principal de soluções de ciência e tecnologia em diversas áreas do conhecimento e tinha como um de seus subprojetos a Indústria 4.0 (FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH, 2006; THE FEDERAL GOVERNMENT, 2014).

Em 2011, durante um dos maiores eventos de tecnologia e automação industrial do mundo, a Feira de Hannover, ocorreu a primeira aparição do termo, apresentada como uma iniciativa do Governo Alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia voltada ao sistema de manufatura do país. Assim, a Indústria 4.0 seria a “transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da *internet* com a indústria convencional” (EUROPEAN PARLIAMENT - MERKEL, 2015).

A união entre o mundo real e espaço virtual proposta pela quarta revolução industrial permitiria alcançar a máxima autonomia e eficiência, por meio da mudança do paradigma da produção "centralizada" para "descentralizada", uma inversão da lógica do processo de produção até então. Considerando essas premissas a Indústria 4.0 poderia ser resumida como uma rede colaborativa que combina componentes tecnológicos habilitadores (ANG, GOH, SALDIVAR e LI, 2017).

2.2 COMPONENTES DA INDÚSTRIA 4.0

O termo “Indústria 4.0”; “smart factory”; “intelegent factory”; “factory of the future” são nomenclaturas que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro (BAYGIN et al, 2016). Assim, as empresas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis. Outro fator da “smart factory” é que esta desenvolve produtos e serviços inteligentes, com máquinas inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes, para consumidores cada vez mais exigentes (HUBA et al, 2016).

Essa composição apresenta pré-requisitos básicos, como a introdução de (i) sistemas ciberfísicos (*Cyber Physical Systems - CPS*), sistemas automatizados que permitiam a conexão das operações da realidade física com infraestruturas de informática e comunicação; a (ii) Internet de Coisas (*Internet of Things - IoT*), uma rede que compunha objetos físicos, tais como edificações e veículos, estes que possuíam tecnologia embarcada de sensores que às conectavam a uma rede capaz de coletar e transmitir dados entre si; e também com os participantes da infraestrutura de serviços, a (iii) Internet dos Serviços (*Internet of Services - IoS*) (JAZDI, 2016).

Nesse sentido, as fábricas modificadas por esses pensamentos tornaram-se inteligentes: o CPS monitora processos físicos, cria cópias virtuais do mundo físico e toma decisões descentralizadas, se comunica com a IoTS (*Internet of Things and Services*) e ambos cooperam entre si e com os humanos em tempo real, contribuindo para o aprimoramento da cadeia de valor empresarial, o conceito de (iv) *Smart Factory*. Com o passar do tempo e a natural evolução do tema, a Indústria 4.0 tornou-se um termo coletivo para tecnologia e conceitos correlacionados na cadeia de valor organizacional (HERMANN, PENTEK e OTTO, 2015).

Integrar tecnologias cibernéticas em produtos permite oferecer serviços inovadores, de forma econômica e eficiente, como por exemplo, em diagnósticos via *internet*, manutenção a longa distância, *on-line* e em tempo real operação. Fora isso, a CPS e a IoTS permitem



realizar novos modelos comerciais, conceitos operacionais e controles inteligentes, concentrando-se nos usuários e suas necessidades particulares. Dessa forma, a principal finalidade da Indústria 4.0 é habilitar fábricas digitais, as quais caracterizam-se pela utilização desses recursos (JAZDI, 2016).

2.3 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015) a caracterização desses componentes pressupõe o emprego de alguns princípios que são seus derivados, estes que apoiam a implementação da Indústria 4.0, os quais são apresentados a seguir.

Interoperabilidade: é o princípio basilar de todo o processo. Se refere à capacidade dos sistemas comunicarem-se com outros sistemas, algo que a faz ser o único princípio que vincula-se diretamente com todos componentes;

Virtualização: configura o processo de criar uma representação virtual em *software* de um processo físico. Assim, uma cópia do mundo real é criada em um modelo de simulação, algo que possibilita ter todas as informações necessárias dos CPS, como as próximas etapas de trabalho ou arranjos de segurança, permitindo a rastreabilidade e o acesso remoto de todos os processos por meio de sensores;

Descentralização: representa a autonomia do CPS na tomada de decisão, de acordo com as necessidades de produção em tempo real. O CPS não receberá apenas comandos, mas também fornecerá informações sobre seu ciclo de trabalho e apenas em casos de falha reporta-se a uma esfera superior;

Capacidade em tempo real: consiste na coleta, análise e transformação de dados em informações de maneira praticamente instantânea. Dessa forma, o *status* do sistema é monitorado permanentemente e permite a tomada de decisões *on time*;

Orientação a serviço: é caracterizada pela utilização de arquiteturas de *softwares* voltadas a permitir a operação de um processo com base em requisitos específicos do cliente. Nesse sentido, os recursos de CPS e humanos podem ser utilizados por outros participantes interna e externamente;

Modularidade: trata-se de um conceito onde o sistema é dividido em partes, com interfaces de *softwares* e *hardwares* padronizadas. Isto às faz adaptarem-se flexivelmente aos requisitos de mudança, sendo facilmente ajustados em casos de sazonalidades ou alterações de produtos, ou seja, produção conforme demanda.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método é um caminho, uma forma, uma lógica de pensamento (VERGARA, 1997). Conforme Mascarenhas (2012), o método é o caminho percorrido em um estudo através do qual se obtém uma resposta ou conclusão científica. Em relação aos objetivos, a pesquisa realizada caracteriza-se como exploratória, visto que busca maximizar a familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito (GIL, 2002).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa consiste em bibliográfica realizada “com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2002, p. 44). Indo mais além, Marconi e Lakatos (2009, p.42) afirmam que este tipo de



pesquisa consiste no “primeiro passo para se saber em que estado se encontra o problema”.

A pesquisa teve como base livros e artigos encontradas através de processo de busca eletrônica realizada nas Bases de Dados Google Acadêmico, Scielo, Scopus e Portal de Periódicos da CAPES. Como critério de busca adotou-se o termo “Indústria 4.0” no título, resumo e/ou palavras-chave. Os documentos selecionados foram artigos, sem limitação de ano de publicação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção aborda-se o que a pesquisa proposta ofereceu como resultados e contribuições teóricas e práticas. Por meio da apresentação e análise destes resultados pode-se concluir o estudo na seção de considerações finais.

4.1 AS MUDANÇAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE VALOR

A Indústria 4.0 não se restringe a digitalização, sendo algo muito mais complexo que inicia na inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias. Isto transformará a forma como as empresas pensam e gerem os seus negócios, como se posicionam na cadeia de valor, como desenvolvem novos produtos e serviços, ações de marketing e de distribuição (COSTA, 2017).

De acordo com Schwab (2016), as mudanças que serão impostas pela indústria 4.0 estarão presentes em todos os pontos da cadeia de abastecimento. Exigências de clientes e parceiros de negócios serão mais complexas. Segundo o mesmo autor, da Indústria 4.0 surgirão quatro mudanças principais: alterações nas expectativas dos clientes; produtos e serviços inteligentes e mais produtivos; diferentes opções de colaboração e parcerias de negócio; transformação do modelo operacional e conversão em modelo digital.

Destaca-se que a “Internet das Coisas” é o grande fomentador da nova revolução industrial, pois permite promover um diálogo entre sistemas e máquinas de forma autônoma. Um grande avanço é a tomada de decisões sem interferência humana. A tendência é que a “Internet das coisas” se some com a Inteligência Artificial; a Robótica com Automação, tornando-se assim a base que servirá de motor para o rápido avanço da 4ª Revolução Industrial (AMORIM, 2017).

O desenvolvimento intenso da tecnologia da computação e dos serviços da indústria e de telecomunicações nas últimas décadas levou a um melhor alcance da informação pela sociedade. Uma sociedade deste tipo depende claramente da inteligência artificial, do ambiente virtual e da evolução da sociedade industrial, através da informatização (COSTACHE et al., 2017).

A tendência atual é caracterizada pela expansão global, mudança rápida e revolução do sistema social, quanto ao ambiente social e econômico, com a ajuda da informação, tendendo a um processo de globalização que terá um impacto positivo na tecnologia de informação e comunicações. Gradualmente, o modo de acesso à informação e recursos de informação públicos será muito diversificado em todas as áreas, no governo, cultura e educação. Isto criará novos empregos e um aumento significativo na ocupação (COSTACHE et al., 2017).

Segundo Schwab (2016), fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial, a sociedade está no início de uma revolução industrial que provocará mudanças profundas em como os indivíduos trabalham, vivem e se relacionam. Em outras palavras, a indústria 4.0 impactará em todos os âmbitos da vida individual e coletiva.



4.2 INDÚSTRIA 4.0 E AS MUDANÇAS NA GESTÃO ORGANIZACIONAL

Nos últimos anos estão ocorrendo mudanças graduais decorrentes das novas tecnologias, mas a partir de agora, já existe uma neste processo de mudança. O progresso não espera ninguém, e tudo o que é novo deve ser absorvido o mais rápido possível. As organizações estão no ponto em que todas as estratégias devem ser reorganizadas de forma a acompanhar as novas demandas da Indústria 4.0: melhor conhecimento, melhores e novas especializações, gestão e comunicação (COSTACHE et al., 2017).

As principais inovações que ocorreram na tecnologia digital exigem dos atores empresariais um nível de conhecimento que não é alcançado facilmente. O conhecimento vem em várias formas e tipos (tácito, explícito, aprendido individualmente ou através da aprendizagem coletiva) e está em estreita ligação com a gestão virtual das empresas. Quando estiver ausente, a atividade da empresa estará com defeito. É muito importante preencher a lacuna existente entre demanda e oferta de conhecimento e estabelecer de que maneira isso afetará o gerenciamento da empresa (COSTACHE et al., 2017).

O atual potencial de inovação das empresas envolvidas na produção garantirá competitividade, manutenção e desenvolvimento no futuro. A sociedade pós-industrial está progredindo do ponto de vista técnico e tecnológico e os países altamente desenvolvidos tendem a desindustrializar, transferindo as áreas de atividade intensiva em trabalho para os países emergentes (COSTACHE et al., 2017).

Mas há um problema: a indústria de serviços pode fornecer trabalho suficiente para equilibrar o crescimento da força industrial e da produtividade como resultado da automação e da robótica? Nas últimas décadas, a nova tecnologia da informação teve um enorme impacto na descentralização. A reorganização requer informações cada vez mais acessíveis para a gestão de organizações e empresas, e para altos ou médios gerentes. O mercado de serviços está super saturado e a concorrência no campo está ficando mais forte (COSTACHE et al., 2017).

4.3 INDÚSTRIA 4.0 E AS MUDANÇAS DECORRENTES DA DIGITALIZAÇÃO

A digitalização, ou seja, o trabalho em rede de pessoas e coisas e a convergência dos mundos real e virtual que é possibilitado pela tecnologia da informação e comunicação será o mais poderoso impulsor da inovação nas próximas décadas e atuará como o gatilho da próxima onda de inovação. Transformará todas as infraestruturas essenciais em domínios como energia, mobilidade e indústria (KAGERMANN, 2014).

O mundo virtual estende claramente seu alcance ao ambiente físico. Estima-se que o benefício econômico da digitalização e o aumento das redes do mundo real nos campos de energia, saúde, transporte, educação e governo está em um nível de 56 bilhões de euros por ano (KAGERMANN, 2014).

Como resultado, as cadeias de valor e modelos de negócios de hoje ficarão sob crescente pressão. A digitalização está causando um impacto altamente destrutivo nos mercados, no mundo do trabalho e em nossas estruturas sociais. Por exemplo, os fabricantes de automóveis tradicionais serão capazes de dar o salto necessário para produzir carros inteligentes e autônomos, ou os novos produtores virão de outros segmentos? A Google adquiriu diversas empresas especializadas em robótica. Empresas como a Google poderão ser as novas grandes fabricantes de carros do futuro? (KAGERMANN, 2014).

A convergência contínua do mundo real e virtual através da digitalização será o principal impulsor da inovação e mudança em todos os setores da nossa economia. A quantidade exponencialmente crescente de dados e a convergência de diferentes tecnologias acessíveis que vieram junto com o estabelecimento definitivo da tecnologia da informação e



comunicação estão transformando todas as áreas da economia (KAGERMANN, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se que este estudo não teve como objetivo prever como a indústria 4.0 organizará a sociedade no futuro. De fato, o estudo busca desenvolver uma perspectiva para o empresarial, social e econômica. A contribuição principal não diz respeito especificamente a como ocorrerão as mudanças, e sim a magnitude do impacto decorrente da indústria 4.0.

Destaca-se na pesquisa que a exigência dos consumidores acompanhará o aperfeiçoamento dos produtos e serviços através da elevação das expectativas. Neste sentido, empresas do setor terciário também precisarão se adaptar a indústria 4.0. As organizações empresariais que não utilizarem a indústria 4.0 ao seu favor terão dificuldades de ingresso, estabelecimento e defesa no mercado.

Outro ponto crucial quando se aborda a indústria 4.0 é o avanço na tomada de decisões sem interferência humana. Este fato possibilita um mundo de possibilidades nunca imaginadas anteriormente. O descarte do ser humano no processo produtivo permite um aumento na produção e um aprimoramento dos produtos ou serviços. Porém, também pode significar o desemprego em massa da população comum e consequências sociais devastadoras.

Conforme abordado por Schwab (2016), as mudanças que serão ocasionadas pela indústria 4.0 serão profundas. Este é um processo inevitável. Cabe aos indivíduos, de diferentes áreas e com diferentes conhecimentos e competências, unirem esforços para adaptar a sociedade como um todo da melhor forma possível. Só esta colaboração permitirá que a indústria 4.0 transforme a sociedade de forma positiva.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. A. indústria 4.0 e a sustentabilidade do modelo de financiamento do Regime Geral da Segurança Social. **Cadernos de Direito Actual**, Portugal, n.5, p.243-254, 2017.

ANG, J. H.; GOH, C.; SALDIVAR, A. A. F.; LI, Y. Energy Efficient Through Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment. **Energies**. 2017.

BAYGIN, M. *et al.* An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. **2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)**, p.1-4, 2016.

BERGER, R. **Think Act Industry 4.0**, 2014.

COSTA, C. Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional. **POSGERE**, v.1, n.4, p.5-14, set.2017.

COSTACHE, A. G.; POPA, C. L.; DOBRESCU, T.; COTET, C. E. The gap between the knowledge of virtual enterprise actor and knowledge demand of industry 4.0. In: **28th DAAAM international symposium on intelligent manufacturing and automation**, Vienna, p.743-749, 2017.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth**. Setembro de 2015. Disponível em:

<[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)56833](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)56833)



7_EN.pdf >. Acesso em: 11 mar. 2018.

FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH. **The High Tech Strategy for Germany**, 2006. Disponível em: <

https://www.fona.de/pdf/publikationen/bmbf_the_high_tech_strategy_for_germany.pdf >.

Acesso em: 11 mar. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. São Paulo: Loyola, 2003.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review, **Working Paper**, n.01, 2015.

HUBA, M.; KOZAK, S. From E-learning to Industry 4:0. **2016 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)**, 2016.

JAZDI, N. Dynamic calculation of the reliability of factory automation applications. In: **IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)**, Cluj-Napoca, Romania, 2016.

KAGERMANN, H. Change Through Digitization - Value Creation in the Age of Industry 4.0. **Management of Permanent Change**, p.23-45, 2014.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2012.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa: uma introdução: elementos para uma análise metodológica**. São Paulo: Educ, 1998.

MARCONI, M. A.de; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. WEF, p.7, 2016.

THE FEDERAL GOVERNMENT. **The new High-Tech Strategy Innovations for Germany**, 2014. <https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2018.

VERGARA, S. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1997.