

INDÚSTRIA 4.0: COMPETÊNCIAS REQUERIDAS AOS PROFISSIONAIS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Regina Wundrack do Amaral Aires¹, Fernanda Kempner Moreira², Patricia de Sá Freire³

Abstract. *Industry 4.0 is changing the way we produce and relate to the environment in which we live. This new industrial revolution is promoting the fusion of technologies and the interaction between physical, digital and biological domains allowing the production of mass customization. This article, through a systematic review of scientific papers in the international Scopus database and studies published by renowned organizations studying the industry 4.0 theme, investigated the skills required of the professionals of the fourth industrial revolution and found that the skills of industry workers 4.0 most required are: creativity, innovation, communication, problem solving and technical knowledge.*

Keywords: *Industry 4.0; Fourth industrial revolution; Skills; Corporate universities.*

Resumo. *A indústria 4.0 está mudando a forma como produzimos e nos relacionamos com o meio em que vivemos. Esta nova revolução industrial está promovendo a fusão de tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos possibilitando a produção de personalização em massa. Este artigo, por meio de uma revisão sistemática de artigos científicos na base de dados internacional Scopus e estudos publicados por renomadas organizações que estudam o tema indústria 4.0, investigou as competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial e constatou que as competências dos trabalhadores da indústria 4.0 mais requeridas são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos.*

Palavras-chave: *Indústria 4.0; Quarta revolução industrial; Competências; Universidades corporativas.*

¹ Mestranda em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis, SC – Brasil. Email: regina.amaral.aires@gmail.com

² Doutoranda em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis, SC – Brasil. Email: kempnereletrica@hotmail.com

³ Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis, SC – Brasil. Email: patriciadesafreire@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial ou indústria 4.0 está alterando a forma como trabalhamos e nos relacionamos com o meio em que vivemos. Esta era da digitalização está nos desafiando a experimentar coisas que nunca experimentamos antes, seus impactos dependerão de muitos fatores que ainda não foram plenamente mensurados. No campo organizacional, estamos vivendo profundas mudanças em escala, alcance e complexidade do processo produtivo, com base nas tecnologias cada vez mais incorporadas ao trabalho. Os desafios desta nova fase da revolução industrial irão fomentar o desenvolvimento de soluções que envolvam diversos *stakeholders* incluindo: a política global, setores públicos e privados, academia e sociedade em geral (Schwab, 2017).

“E a amplitude e a profundidade dessas mudanças anunciam a transformação de sistemas inteiros de produção, gerenciamento e governança.” (Schwab, 2017, ¶ 3).

Uma das tecnologias com forte impacto na indústria 4.0 é a digitalização, que está presente na vida das pessoas de diversas formas: e-books, aplicativos de táxi e músicas em formato digital são alguns exemplos. Associada a tecnologias da informação (TICs) mostra-se como um importante instrumento para superar desafios nacionais de mobilidade urbana, desenvolvimento de tecnologias para *smart cities* (cidades inteligentes), *smart grid* (redes elétricas inteligentes), soluções a distância ligados à área da saúde e desenvolvimento industrial (Confederação Nacional da Indústria [CNI], 2016).

A emergência da digitalização denuncia que os trabalhadores destas áreas que serão impactadas por essa revolução precisarão desenvolver competências que atendam aos requisitos exigidos pelos diversos setores produtivos para acompanharem os avanços desta nova revolução industrial.

Assim, destaca-se que a valorização da aprendizagem contínua precisa estar contida na cultura organizacional (Senge, 2012), ainda mais se for considerado que a verdadeira vantagem competitiva está na capacidade e velocidade de aprendizagem das pessoas (Davenport & Prusak, 1998) e que na sociedade da informação sobrevivem as organizações que conseguem melhor gerir seus conhecimentos (Teixeira Filho, 2000). Para garantir o desejado sucesso organizacional as empresas precisam continuamente desenvolver competências individuais e institucionais, investimento que gerará uma força de trabalho capaz de aprender e aplicar seus novos conhecimentos no dia a dia, gerando contínuas melhorias e inovações e, por consequência, a desejada vantagem competitiva sustentável (Senge, 2012).

Neste contexto, surge a questão desta pesquisa: quais competências devem ser desenvolvidas nos trabalhadores da indústria 4.0? Visando responder a esta questão, este estudo tem como objetivo: investigar quais são as competências requeridas dos trabalhadores da indústria 4.0 listadas em estudos científicos e apontadas por instituições que estudam a temática quarta revolução industrial.

Pretende-se com este artigo promover uma reflexão sobre o tema, visto sua contemporaneidade. Este estudo justifica-se pela relevância de seu tema que está sendo amplamente discutido nas diversas esferas dos setores produtivos visando entender como as empresas dos diversos segmentos, sejam industriais ou de serviços, irão se preparar para a quarta revolução industrial.

Conforme constatado, de acordo com os critérios de busca usados nesta pesquisa, são apenas seis os artigos publicados na base de dados internacionais *Scopus* relacionando os constructos: indústria 4.0 e competências requeridas aos trabalhadores para a quarta revolução industrial, revelando a importante contribuição deste artigo para o avanço da discussão destes temas no campo científico. Já no meio empresarial, nota-se a relevância do debate destes temas, pois como pode-se observar nas publicações analisadas de conceituadas organizações como a Confederação Nacional da indústria, a Consultoria Deloitte e o Fórum Econômico Mundial existe uma importante relação entre o desenvolvimento dos trabalhadores com a competitividade dos setores produtivos na quarta revolução industrial.

Para apresentar os achados deste estudo, este artigo está estruturado da seguinte forma: nas seções 2 e 3 são apresentados os referenciais teóricos, na seção 4 a metodologia, na seção 5 são apresentadas as competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0 e na seção 6 as considerações desta pesquisa. Na última seção são relacionadas as bibliografias mencionadas no estudo.

2 INDÚSTRIA 4.0

Quanto ao desenvolvimento tecnológico gerador das revoluções industriais, a primeira revolução industrial, que ocorreu na segunda metade do século XVIII até a metade do século XIX, caracterizou-se pela introdução da máquina a vapor, que usou a água e o vapor para mecanizar a produção que antes era essencialmente artesanal. A segunda revolução industrial, que ocorreu entre meados do século XIX até a primeira metade do século XX, caracterizou-se pelo advento da energia elétrica facilitando as linhas de produção e a produção em massa. A terceira revolução industrial, que se desenvolveu na segunda metade do século XX, se

caracterizou pela implementação de componentes eletrônicos e tecnologia que permitiram a automação dos processos produtivos (Deloitte, 2014; McKinsey, 2016; Schwab, 2016).

Por fim, chega-se a quarta revolução industrial, que iniciou na primeira década do século XXI, caracterizada pela digitalização da produção que possibilitou a personalização da produção em massa, caracterizada pela internet ubíqua e móvel, sensores menores e mais poderosos e a inteligência artificial, que possibilitaram mudanças profundas na forma de produção e consumo, desencadeando o desenvolvimento de novos modelos de negócios (Deloitte, 2014; McKinsey, 2016; Schwab, 2016). Na Figura 1 são apresentadas as características tecnológicas das quatro revoluções industriais.

Figura 1 – Características Tecnológicas das Revoluções Industriais

Revoluções industriais	Período	Características Tecnológicas
Primeira Revolução Industrial	Iniciou na segunda metade do século XVIII e avançou até meados do século XIX. Ocorreu entre as décadas de 1760 a 1840.	Máquina a Vapor. Substituição da produção artesanal pela produção fabril. Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.
Segunda Revolução Industrial	Iniciou no século XIX e avançou a primeira metade do século XX.	Energia Elétrica. Automação e produção em massa. Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.
Terceira Revolução Industrial	Iniciou na segunda metade do século XX e avançou até o final deste século. Ocorreu entre as décadas de 1960 e 1990.	Surgimento da informática e avanço das comunicações. Surge a sociedade do conhecimento. Sistema de produção flexível.
Quarta Revolução Industrial	Iniciou na primeira década do século XXI, na década de 2000.	Internet mais ubíqua e móvel, sensores menores, mais poderosos e baratos e inteligência artificial. Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos. Sistemas e máquinas inteligentes conectados possibilitando um sistema de produção de personalização em massa.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017) com base em Aires, Freire e Souza (2016) e Schwab (2016).

Para Schwab (2016), estamos vivendo a quarta revolução industrial desde meados do século XXI. A quarta revolução industrial “caracteriza-se pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial” (CNI, 2016, p.11). Na mesma linha, Schwab (2017) considerou que a indústria 4.0 “Caracteriza-se por uma fusão de tecnologias que esmiúcem as linhas entre as esferas física, digital e biológica.” (§ 2).

Indústria 4.0 foi um termo cunhado pelo governo alemão em 2011 na feira de Hannover para descrever a era das “fábricas inteligentes”, das cadeias globais e flexíveis de

valor (Schwab, 2016), também denominado como quarta revolução industrial ou indústria avançada (CNI, 2016).

A internet é a tecnologia que está interligando todas as demais relacionadas a este movimento de digitalização da produção, permitindo a comunicação entre diversos dispositivos. O uso da internet nesta dimensão deu origem ao termo internet das coisas, ou *internet of things* (IoT) em inglês (CNI, 2016). A interligação de diversos dispositivos irá avançar para diversas áreas e permitirá que dados sejam coletados de diversas fontes que, associadas a tecnologias de *big data*, computação em nuvem e novas tecnologias de tratamento de dados, façam emergir novos modelos de negócios alterando a forma como as empresas se relacionam com seus clientes e fornecedores (CNI, 2016; Schwab, 2017).

De acordo a Confederação Nacional da Indústria, entidade que representa os interesses da indústria brasileira, as áreas com maior avanço da digitalização serão: energia, mobilidade urbana, agricultura, indústria, bens de consumo e saúde. Sendo que as tecnologias habilitadoras desta revolução industrial serão “a internet das coisas, o *big data*, a computação em nuvem, a robótica avançada, a inteligência artificial, os novos materiais e as novas tecnologias de manufatura aditiva (impressão 3D) e a manufatura híbrida (funções aditivas e de usinagem em uma mesma máquina)”. Nas indústrias inteligentes máquinas e insumos irão interagir trocando informações ao longo do processo produtivo, de forma autônoma e integrada (CNI, 2016, p. 12).

Schwab (2017) destacou que as inúmeras possibilidades de conexão de diversos dispositivos móveis somadas a capacidade de armazenamento de informações e compartilhamento “serão multiplicadas por descobertas tecnológicas emergentes em áreas como inteligência artificial, robótica, internet de coisas, veículos autônomos, impressão 3-D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica.” (§ 4).

Este artigo não se propõe a aprofundar a compreensão sobre cada uma destas tecnologias e suas aplicações, mas é importante apontar o quão complexas estas novas tecnologias podem ser, pois será esta complexidade que determinará as competências a serem exigidas aos trabalhadores que as manipularão.

Com a evolução das tecnologias de fabricação, saímos da produção artesanal, passamos pela produção em massa, e estamos vivendo a era da customização em massa, possibilitada pela comunicação instantânea dos diversos elos da cadeia produtiva, pelo movimento de digitalização do processo desde o desenvolvimento até o pós-venda do

produto. Mostrando que a indústria 4.0 vai muito além da digitalização do chão de fábrica (CNI, 2016).

Por exemplo, a troca de informações poderá acontecer entre a empresa e seus fornecedores, otimizando compras, estoques e logística, reforçando a relação com estes *stakeholders* (CNI, 2016). O que exige novas competências não somente aos trabalhadores da linha de produção, mas de todos os setores corporativos.

Em resumo, os desafios da indústria 4.0 transpassam diversas áreas, desde investimento em equipamentos e tecnologias, adaptação de *layouts* e processos, a forma de relacionamento entre as empresas e desenvolvimento de novas competências. Na prática, algumas indústrias irão se preparar para estes desafios e acabarão puxando outras, entretanto nem todas conseguirão acompanhar estas mudanças e acabarão, não conseguindo se manter neste ambiente competitivo (CNI, 2016).

Confirma-se esta percepção negativa da CNI (2016) para com as indústrias com base na pesquisa realizada pela própria Confederação em janeiro de 2016 com 2.225 empresas, sendo 910 de pequeno porte, 815 de médio porte e 500 de grande porte, de 29 setores da indústria de transformação e extrativista. Os resultados desta pesquisa revelaram que “42% das empresas desconhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade da indústria e metade delas (52%) não utilizam nenhuma tecnologia digital de uma lista de dez opções” (CNI, 2016, p. 19). Um resultado que revela a importância do surgimento de movimentos de capacitação da indústria brasileira para a competitividade. E preparar a indústria para o enfrentamento da competitividade significa capacitá-la, capacitando o trabalhador.

De acordo com a CNI (2016), baseado em uma pesquisa da McKinsey Global Institute, entre os principais impactos da indústria 4.0 está o aumento da eficiência no trabalho entre 10% e 25% e “surgimento de novas atividades e profissões, que demandarão adaptações no padrão de formação de recursos humanos.” (p. 18). Dados significativos para o tema em discussão neste artigo que confirmam a importância do desenvolvimento de competências individuais e institucionais para a competitividade.

Como a quarta revolução industrial é um movimento mundial, espera-se que, com o desenvolvimento da indústria 4.0 em outros países certamente irá aumentar a pressão para o Brasil seguir a corrente a fim de garantir sua competitividade. Porém, como dito, sabe-se que nem todas as empresas, nem todos os setores conseguirão se desenvolver no mesmo ritmo. Por isso, a CNI (2016) criou uma agenda com sete dimensões prioritárias: “aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores, mecanismos para induzir a adoção de

novas tecnologias, desenvolvimento tecnológico, ampliação e melhoria da infraestrutura de banda larga, aspectos regulatórios, formação de recursos humanos e articulação institucional.” (p. 24).

Concernente ao desafio de desenvolvimento de competências dos trabalhadores para a quarta revolução industrial, aparece nas dimensões listadas pela CNI (2016), o item “formação de recursos humanos” (p. 24).

Como pode-se observar, a formação dos profissionais, é um dos itens reconhecidos como prioritários para o desenvolvimento da indústria 4.0, sendo este o tema que será aprofundado na próxima seção.

3 PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA 4.0

Levando-se em consideração que cada revolução industrial teve como base um desenvolvimento tecnológico específico, é lógico afirmar que, como aponta Schwab (2017), a indústria 4.0 irá requerer profissionais com um perfil diferente dos exigidos pela indústria 3.0 e anteriores, destacando que a medida que a digitalização e automação da produção irá tomando espaço haverá um deslocamento dos trabalhadores junto as tecnologias usadas no processo de produção. O autor destaca que no futuro, o talento das forças de trabalho irá se sobressair ao capital representando fator crítico de produção.

Junto com a inovação tecnológica que baseia cada revolução industrial, um novo perfil de trabalhador é exigido (Teixeira Filho, 2000), no tocante principalmente aos seus conhecimentos e habilidades para lidar com a nova tecnologia

Nesta linha, Davenport e Prusak (1998) e Teixeira Filho (2000) defenderam que a verdadeira vantagem competitiva está na capacidade e velocidade do aprendizado das pessoas nas organizações. Em sequência, o sistema de educação corporativa passou a ter um papel de destaque na construção de valores distintivos para a competitividade (Aires, Freire & Souza, 2016), conforme pode ser observado na Figura 2.

Sobre o sistema de educação corporativa relacionado à quarta revolução industrial, Freire, Dandolini, Souza e Silva (2016), definiram seis estágios de evolução, podendo ser identificado que, os dois últimos estágios se relacionam diretamente com a quarta revolução industrial – *Stakeholder University* e a Universidade Corporativa em Rede (Figura 3).

Analogamente, os estágios do sistema de educação corporativa propostos por Freire et al. (2016) podem ser relacionados com as diferentes revoluções industriais ao se buscar dar

respostas para as necessidades de qualificação dos trabalhadores, buscando desenvolver lacunas das universidades acadêmicas.

Figura 2 – Características do Sistema de Educação Corporativa das Revoluções Industriais

Revolução Industrial	Período	Características Tecnológica	Características Da Educação Corporativa
Primeira Revolução Industrial	Iniciou na segunda metade do século XVIII. Ocorreu entre 1760 a 1840.	Máquina a Vapor Substituição da produção artesanal pela produção fabril. Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.	Preocupação com a universalização do ensino. Divisão social da educação, a elite recebia educação superior para gerenciar as empresas e a massa recebia educação técnica para realizar operações repetitivas.
Segunda Revolução Industrial	Iniciou no século XIX e avançou a primeira metade do século XX.	Energia Elétrica Automação e produção em massa. Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual.	Educação fundamentada no raciocínio, valores éticos e acumulação do conhecimento de forma organizada.
Terceira Revolução Industrial	Iniciou na década de 1960 (segunda metade do século XX) e avançou até a década de 1990.	Surgimento da informática e avanço das comunicações. Surge a sociedade do conhecimento. Sistema de produção flexível.	Estabelece um caráter social excludente e a educação passa a ser um pré-requisito para o cidadão sob três dimensões: produção, consumo e vida social. Desenvolvimento de pessoas (trabalhadores) com autonomia, iniciativa e dinamismo. Valorização do autodesenvolvimento e aprendizado contínuo.
Quarta Revolução Industrial	Iniciou na primeira década do século XXI, na década de 2000.	Internet mais ubíqua e móvel, sensores menores e mais poderosos e inteligência artificial. Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos. Sistemas e máquinas inteligentes conectados possibilitando um sistema de produção de personalização em massa.	Surgem as redes de aprendizagem para aprendizagem em rede. Exigência de conhecimentos de nível superior, além de técnicos e tecnológicos mais sofisticados. Desenvolvimento de programas de desenvolvimento humano para a inovação – geração de ideias, colaboração, compartilhamento, co-produção. Avanço da gestão do conhecimento e do capital intelectual. Surge a necessidades de desenvolvimento de novas competências nos trabalhadores. Surgimento de novas profissões.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017) com base em Aires, Freire e Souza (2016), Freire, Dandolini, Souza, Trierweiller, Silva, Sell, Pacheco, Todesco e Steil (2016) e Schwab (2016).

Face a isto, a CNI (2016) ao definir que um dos pilares para desenvolvimento da Indústria 4.0 é o desenvolvimento de recursos humanos para as novas formas de produção, alerta para a necessidade de “profissionais com formação distinta das existentes. A integração de diversas formas de conhecimento, característica desse modo de produção, exigirá equipes multidisciplinares, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento” (p. 29).

Em relação a tal aspecto, para desenvolvimento dos profissionais para a indústria 4.0, a CNI (2016) descreveu as seguintes propostas:

- i) criação de novos cursos técnicos para atender necessidades específicas;
- ii) reformulação de cursos nas áreas de engenharia, administração e entre outros, para adequar as novas necessidades dessas tecnologias;
- iii) criação de cursos de gestão da produção multidisciplinar com ênfase na indústria 4.0;
- iv) incentivar programas de competências tecnológicas nas empresas (p. 29).

Figura 3 – Evolução do Sistema de Educação Corporativa

1º	2º	3º	4º	5º	6º
Departamento Treinamento	Plataforma e-learning	Educação Corporativa	Universidades Corporativas	Stakeholder University	Universidade Corporativa em Rede ©
1. ALCANCE direcionado aos atores internos.	1. ALCANCE direcionado aos atores internos.	1. ALCANCE direcionado aos atores internos	1. ALCANCE direcionado aos atores internos e externos da cadeia produtiva.	1. ALCANCE direcionado aos atores internos e externos amplos da cadeia produtiva.	1. ALCANCE direcionado aos atores internos e externos amplos da cadeia produtiva.
2. Baixa INTERCONEXÃO	2. Média/Alta INTERCONEXÃO	2. Média/Alta INTERCONEXÃO	2. Média/Alta INTERCONEXÃO	2. Alta INTERCONEXÃO	2. Alta INTERCONEXÃO
3. Reconhecimento do Capital Humano	3. Reconhecimento do Capital Humano	3. Reconhecimento do Capital Humano	3. Reconhecimento do capital humano	3. Reconhecimento do capital humano e SOCIAL.	3. Reconhecimento do capital humano, relacional e SOCIAL.
4. Baixo uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO.	4. Alto uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO	4. Alto uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO	4. Alto uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO	4. Alto uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO	4. Alto uso de TECNOLOGIAS DE EDUCAÇÃO
5. FOCO Estreito para a TAREFA.	5. FOCO Estreito para a TAREFA.	5. FOCO Estreito para a TAREFA.	5. FOCO da TAREFA para a Gestão e estratégia.	5. FOCO na TAREFA, Gestão e estratégia.	5. FOCO na TAREFA, Gestão e estratégia.
6. NÍVEL de cursos livre	6. NÍVEL de cursos livre	6. NÍVEL de cursos livre	6. NÍVEL de cursos livre	6. Inclui a Universidade Acadêmica para certificação de disciplinas e cursos	6. Inclui a Universidade Acadêmica para certificação de disciplinas e cursos
7. Sem alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem	7. Sem alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem	7. Com alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem	7. Com alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem	7. Com alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem	7. Com alinhamento entre ESTRATÉGIA de negócios e de aprendizagem
			8. Institucionaliza uma cultura de aprendizagem	8. Institucionaliza uma cultura de aprendizagem	8. Institucionaliza uma cultura de aprendizagem
				9. Alta interação dos atores com foco na integração de pesquisas, desenvolvimento de competências e GC;	9. Alta interação dos atores com foco na integração de pesquisas, desenvolvimento de competências e GC;
				10. Atores fixo e de longo prazo	10. Atores fixo e de longo prazo
				11. Utiliza a aprendizagem em REDE fundadas nas relações e interações por meio da colaboração.	11. Utiliza a aprendizagem em REDE fundadas nas relações e interações por meio da colaboração.
					12. GC como disciplina transversal às ações de UC;
					13. EC como estratégia para a Instrumentalização da UC
					14. UCR como unidade formadora de memória da rede.

Fonte: Freire, Dandolini, Souza e Silva (2016)

Porém, em se tratando de desenvolvimento de competências, o primeiro passo a ser executado é a identificação das competências individuais que devem ser desenvolvidas. Logo, faz-se necessário investigar quais são as competências requeridas dos trabalhadores da indústria 4.0, objetivo deste artigo.

Na próxima seção serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados para se alcançar o objetivo proposto.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa teórica, utilizando como técnica de pesquisa a revisão sistemática da literatura (Ferenhof & Fernandes, 2016), que foi realizada na base de dados internacionais *Scopus*, e a revisão de outros estudos publicados por renomadas instituições como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a consultoria Deloitte e o Fórum Econômico Mundial.

A busca na base de dados internacionais *Scopus* foi realizada em 20 de maio de 2017 usando o protocolo de busca: (*"fourth industrial revolution"* OR *"Industry 4.0"*) AND (*"education"* OR *"training"*) em títulos, resumos e palavras chaves de artigos científicos. Desta busca, retornaram quinze artigos.

Foram utilizados como critérios de exclusão: a falta de acesso, a falta de acesso ao artigo completo, a língua diferente de inglês, espanhol ou português e a duplicação. Assim foram excluídos da análise cinco artigos: dois indisponíveis, um disponível apenas o *abstract*, um estava escrito em chinês e um duplicado. Neste momento, procedeu-se a análise dos resumos de dez artigos.

Após a leitura dos resumos dos dez artigos filtrados, ainda pode-se observar que quatro deles não tinham relação com o tema deste estudo, utilizando-se apenas os termos de busca. Restando seis artigos que foram analisados em profundidade, com a leitura completa, todos publicados entre 2015 e 2017. O critério de inclusão das produções analisadas foi ter relação com as variáveis quarta revolução industrial e educação corporativa, considerando as variações de denominação destes termos.

Na sessão a seguir, apresentamos a análise realizada nos seis artigos localizados na base de dados internacionais *Scopus* e nos relatórios publicados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), a consultoria Deloitte e um estudo realizado pelo Fórum Econômico Mundial, apresentando as competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0 citados nestes materiais.

5 COMPETÊNCIAS REQUERIDAS DOS PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA 4.0

Na análise dos nove documentos, seis artigos científicos e três estudos de renomadas organizações que estudam a temática quarta revolução industrial, foram identificadas diversas competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0 que são apresentadas na Figura 4.

Dos nove documentos analisados, dois não listam quais seriam as competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0 (Gorecky, Khamis & Mura, 2015; Muñoz, 2016) e um, o estudo realizado pela Deloitte (2016) intitulado Educação Corporativa no Brasil: habilidades para uma nova era do conhecimento, uma pesquisa realizada com 178 respondentes apresenta que a intenção das organizações é investir mais em educação corporativa nos próximos anos, embora o estudo não liste quais as competências que devem ser desenvolvidas nos trabalhadores da indústria 4.0, apresenta a intenção de investimento em *hard skills* (competências técnicas) e *soft skills* (habilidades relacionadas a aspectos da personalidade).

Figura 4 – Competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0

Autor	Ano	Competências
Chen e Zhang	2015	Capacidade de colocar os conhecimentos em prática e capacidade de inovar. Conhecimentos: matemática e ciências naturais; conhecimento básicos em mecânica; design mecânico, máquinas de fabricação e automação. Habilidades: capacidade de independência; analisar e resolver problemas de engenharia; capacidade de comunicação. Qualidades: personalidade e físico saudáveis; responsabilidade social e moral; espírito de inovação e capacidade de aprendizagem.
Gorecky, Khamis e Mura	2015	Autores não listam quais competências os trabalhadores da indústria 4.0 precisam desenvolver.
Muñoz	2016	Autor não lista quais competências os trabalhadores da indústria 4.0 precisam desenvolver.
Sorko e Irsa	2016	Reproduzir conhecimentos simples. Analisar, avaliar e desenvolver situações com criatividade e inovação.
Garbie	2017	Capacidades relacionadas a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.
Voronina e Moroz	2017	Conhecimentos técnicos. Criatividade. Comunicação.
CNI	2016	Trabalhar em equipes multidisciplinares. Ter elevado nível de conhecimento técnico. Ter capacidade de interação com outras áreas do conhecimento.
Deloitte	2016	Estudo não lista as competências, mas faz menção a desenvolvimento de competências técnicas (<i>hard skills</i>) e habilidades comportamentais (<i>soft skills</i>).
WEF	2016	Habilidades: Habilidades cognitivas: flexibilidade cognitiva, criatividade, raciocínio lógico, sensibilidade para problemas, raciocínio matemático e visualização. Habilidades físicas: força física e destreza manual e de precisão. Competências básicas: Competências de conteúdo: aprendizagem ativa, expressão oral, compreensão de leitura, expressão escrita e alfabetização TIC. Competências de processo: escuta ativa, pensamento crítico, monitoramento próprio e dos outros. Competências transversais: Competências sociais: coordenação de equipe, inteligência emocional, negociação, persuasão, orientação de serviço e treinamento de pessoas. Competências sistêmicas: julgamento e tomada de decisão e análise sistêmica. Competência para solucionar problemas complexos: solução de problemas complexos.

		<p>Competências de Gestão de Recursos: gerenciamento de recursos financeiros, gerenciamento de recursos materiais, gestão de pessoas e gestão do tempo.</p> <p>Competências Técnicas: reparo e manutenção de equipamentos, controle e operação de equipamentos, controle e operação de equipamentos, programação e controle de qualidade.</p>
--	--	---

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

De todos os estudos analisados, o que apresenta maior nível de detalhamento é o estudo publicado em janeiro de 2016 pelo *World Economic Forum* (World Economic Forum [WEF], 2016), em português Fórum Econômico Mundial, intitulado *Future of Jobs Report*, no qual são apresentadas as competências que serão requeridas dos profissionais da quarta revolução industrial em 2020.

A partir das competências apresentadas por WEF (2016) relacionou-se as competências apresentadas nos demais documentos analisados, deste modo, obteve-se a relação de quarenta e cinco competências, classificadas em nove categorias, conforme apresentamos na Figura 5.

Figura 5 – Categorização das competências requeridas dos profissionais da indústria 4.0

Competências	Autores
Habilidades cognitivas <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade cognitiva • Raciocínio lógico • Sensibilidade para problemas • Raciocínio matemático • Visualização 	WEF (2016)
• Criatividade	WEF (2016); Sorko e Irsa (2016); Voronina e Moroz (2017)
• Reproduzir conhecimentos simples	Sorko e Irsa (2016)
• Empreendedorismo	Chen e Zhang (2015)
• Inovação	Chen e Zhang (2015); Sorko e Irsa (2016);
Habilidades físicas <ul style="list-style-type: none"> • Força física • Destreza manual e de precisão 	WEF (2016)
• Físico saudável	Chen e Zhang (2015)
Competências de conteúdo <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem ativa • Expressão oral • Compreensão de leitura • Expressão escrita • Alfabetização TIC 	WEF (2016)
• Interação com outras áreas do conhecimento	CNI (2016)
• Aprendizagem	Chen e Zhang (2015)
• Comunicação	Chen e Zhang (2015); Voronina e Moroz (2017)
Competências de processo <ul style="list-style-type: none"> • Escuta ativa • Pensamento crítico • Monitoramento próprio e dos outros 	WEF (2016)
Competências sociais	WEF (2016)

<ul style="list-style-type: none"> • Coordenação de equipe • Inteligência emocional • Negociação • Persuasão • Orientação de serviço • Treinamento de pessoas 	
• Trabalho em equipe multidisciplinar	CNI (2016)
• Responsabilidade social e moral	Chen e Zhang (2015)
• Independência	Chen e Zhang (2015)
Competências sistêmicas	WEF (2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Julgamento e tomada de decisão • Análise sistêmica 	
Competência para solucionar problemas complexos	WEF (2016); Chen e Zhang (2015)
<ul style="list-style-type: none"> • Solução de problemas complexos 	
Competências de Gestão de Recursos	WEF (2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento de Recursos Financeiros • Gerenciamento de Recursos Materiais • Gestão de Pessoas • Gestão do tempo 	
• Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	Garbie (2017)
Competências Técnicas	WEF (2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Reparo e manutenção de equipamentos • Controle e operação de equipamentos • Programação • Controle de qualidade 	
• Conhecimentos técnicos	Chen e Zhang (2015); CNI (2016); Deloitte (2016); Voronina e Moroz (2017)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

Ao analisar as competências relacionadas, nota-se maior ocorrência em cinco: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos.

Fica evidente que além do conhecimento técnico o profissional precisa saber colocar seu conhecimento em prática, solucionando problemas com criatividade e inovação, gerando valor para a organização em que está atuando, contribuindo para a construção da vantagem competitiva necessária para as organizações da quarta revolução industrial.

Para preparar este profissional multidisciplinar, quatro publicações das nove analisadas mencionam a necessidade de revisão das matrizes curriculares dos cursos visando atender a nova formação requerida dos trabalhadores da indústria 4.0 (Chen & Zhang, 2015; Muñoz, 2016; CNI, 2016; Garbie, 2017).

Os diversos estudos analisados apontaram de diferentes maneiras a necessidade dos trabalhadores terem como uma competência a capacidade de aprendizagem, que foi listada no estudo do WEF (2016) como aprendizagem ativa, reafirmando o papel das universidades corporativas no processo de desenvolvimento da força de trabalho no contexto da indústria 4.0, conforme já apresentado por Freire et al. (2016), pois, além das lacunas das universidades acadêmicas, a velocidade das mudanças que ocorrem no mundo do trabalho requerem

capacitação constante dos trabalhadores tendo em vista o desenvolvimento de novas competências que possam a ser requeridas no mundo corporativo que está em constante ebulição.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise de nove publicações, seis artigos científicos e três publicações de renomadas organizações que estudam a temática indústria 4.0, esta pesquisa constatou que as competências dos trabalhadores da indústria 4.0 mais requeridas são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos (Figura 5).

Para garantir esta formação dos trabalhadores, foi identificada a preocupação de alinhamento das matrizes curriculares dos cursos a fim de obter a formação requerida pela indústria 4.0 e identificado o papel das universidades corporativas a fim de garantir que as lacunas deixadas pelas universidades acadêmicas sejam superadas, bem como, estabelecer formas de garantir que a formação continuada dos trabalhadores aconteça.

Identificou-se ainda que a competência de aprendizagem ativa é valorizada pelas organizações da indústria 4.0, pois esta revolução industrial irá demandar constantemente o desenvolvimento de novas competências, reafirmando o notório papel das universidades corporativas no processo de desenvolvimento da força de trabalho neste contexto, conforme já apresentado por Freire et al. (2016).

Por fim, vale destacar que os achados deste estudo não são finalísticos, a exploração do tema relação das competências exigidas dos trabalhadores para a quarta revolução industrial é relativamente novo. Ainda são poucos estudos científicos publicados em torno desta temática conforme foi apontado nesta pesquisa, apresentando a importância deste artigo para a ciência sendo mais um estudo publicado sobre este assunto.

Deste modo, se denuncia a necessidade de desenvolvimento de mais estudos sobre este tema, afim de avançar as discussões.

REFERÊNCIAS

- Aires, R. W. A; Freire, P. S & Souza, J. A. (2016). Educação Corporativa como ferramenta para estimular a inovação nas organizações: uma revisão de literatura. *KM Brasil 2016, 13º Congresso Brasileiro de Gestão do Conhecimento*: São Paulo.
- Chen, G., & Zhang, J. (2015). Study on training system and continuous improving mechanism for mechanical engineering. *The Open Mechanical Engineering Journal*, 9, 7-14.

- Confederação Nacional da Indústria (CNI). (2016). *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil*. Distrito Federal: Brasília.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998) *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus.
- Deloitte. (2014) *Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*.
- Deloitte. (2016). *Educação Corporativa no Brasil: habilidades para uma nova era do conhecimento*.
- Ferenhof, H. A., & Fernandes, R. F. (2016). Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. *Revista ACB*, 21(3), 550-563.
- Freire, P. S; Dandolini, G. A; Souza, J. A; Trierweiller, A. C; Silva, S. M; Sell, D; Pacheco, R. C. S; Todesco, L. L., & Steil, A. V. (2016). Universidade Corporativa em Rede: Considerações Iniciais para um Novo Modelo de Educação Corporativa. *Revista ESPACIOS*, Vol. 37 (Nº 05) Año 2016.
- Freire, P. S; Dandolini, G. A; Souza, J. A., & Silva, S. M. (2016). Processo de implantação da Universidade Corporativa em Rede (UCR). *Revista ESPACIOS/ Vol. 37 (Nº 23) Año 2016*.
- Garbie, I. H. (2017). Incorporating Sustainability/Sustainable Development Concepts in Teaching Industrial Systems Design Courses. *Procedia Manufacturing*, 8, 417-423.
- Gorecky, D., Khamis, M., & Mura, K. (2017). Introduction and Establishment of Virtual Training in the Factory of the Future. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(1), 182-190.
- McKinsey. (2016). *Industry 4.0 at McKinsey's model factories: Get ready for the disruptive wave*.
- Munoz, M. M. (2016). Unconventional cognitive enhancement options addressing structural unemployment in the technological context of the fourth industrial revolution. *Gazeta de Antropologia*, 32(2).
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Recuperado em 10 de maio, 2017, do site: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Senge, P. M. (2012). *A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende*. 28º ed. São Paulo.
- Sorko, S. R., & Irsa, W. (2016). Engineering education - Status quo in Austria in comparison with the academic field of business education. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 890-894.

- Teixeira Filho, J. (2000). *Gerenciando Conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento de negócios*. Rio de Janeiro: SENAC.
- Voronina, M. V., & Moroz, O. N. A. (2017) *Substantiation of foresight research of development strategy of descriptive geometry, engineering geometry and computer graphics departments on the basis of industrial 4.0 ideology*. *Man In India*, 97(3), 375-389.
- World Economic Forum (WEF). (2016). *The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth revolution*. Global Challenge Insight Report.