

Competências necessárias para a indústria 4.0

Silvana de Souza Moraes

Assessora na Diretoria de Operações do Banco do Brasil
Doutoranda em Ciência da Informação pela Unesp
E-mail: ss.moraes@unesp.br

Ieda Pelógia Martins Damian

Professora da graduação em Ciência da Informação e Documentação FFCLRP/USP
Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação da Unesp
Doutora em Administração de Organizações pela USP
Pós-doutora pela Universidad de Salamanca, Espanha
E-mail:iedapm@usp.br

Recebido: 29 mar. 2020

Aprovado: 21 nov. 2021

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar, a partir de uma perspectiva teórica, bibliográfica e exploratória, as competências necessárias para a atuação do profissional na indústria 4.0. Os resultados mostram, que além das competências técnicas, as habilidades pessoais serão altamente exigidas neste contexto.

Palavras-chaves: Indústria 4.0. Competências. Habilidades.

Abstract: The aim of this article is to present, from a theoretical, bibliographical and exploratory perspective, the skills needed for professional performance in industry 4.0. The results show that, in addition to technical skills, personal skills will be highly demanded in this context.

Keywords: Industry 4.0. Skills. Ability.

Resumen: El objetivo de este artículo es presentar, desde una perspectiva teórica, bibliográfica y exploratoria, las habilidades necesarias para el desempeño profesional en la industria 4.0. Los resultados muestran, que además de las habilidades técnicas, las habilidades personales serán muy demandadas en este contexto.

Palabras clave: Industria 4.0. Competencia. Habilidades.

Introdução

Desde que surgiu, na Alemanha, no início do século XXI, a Indústria 4.0 tem alterado as formas de produção, sendo chamada por alguns como a quarta revolução industrial, tamanhas são as mudanças advindas com ela. Neste contexto, Lasi *et al.* (2014), afirma que a indústria com base em uma digitalização avançada dentro das fábricas, a combinação de tecnologias da internet e tecnologias orientadas para o futuro no campo de objetos “inteligentes” (máquinas e produtos) parece resultar em uma nova mudança de paradigma fundamental na produção industrial.

Dessa forma, este artigo busca trazer algumas considerações que respondam, de acordo com a literatura publicada na área, a seguinte questão: quais são as competências requeridas para os trabalhadores da Indústria 4.0?

Conhecer as competências necessárias para se trabalhar na Indústria 4.0 se torna fundamental, pois conforme afirma Gorecky *et al.* (2014) o desenvolvimento da Indústria 4.0 será acompanhado pela mudança de tarefas e demandas para o ser humano na empresa e que estes serão confrontados com uma grande variedade de trabalhos, desde a especificação e monitoramento até a verificação das estratégias de produção. Os autores destacam o potencial de apoio da tecnologia, garantindo que os trabalhadores possam realizar todo o seu potencial e adotar o papel de tomadores de decisões estratégicas e flexibilizadores de problemas, sendo necessárias para isso estratégias de qualificação adequadas, que criarão o entendimento interdisciplinar necessário para a Indústria 4.0.

Empresários e trabalhadores necessitam conhecer quais competências serão exigidas neste novo cenário, aqueles, para preparar melhor seus funcionários e promover ações de recrutamento, seleção e desenvolvimento buscando alcançar o desenvolvimento de competências úteis ao seu negócio, estes, para buscarem o desenvolvimento destas competências dentro ou fora das organizações para manterem seus postos de trabalho ou com o desenvolvimento de novas competências buscarem novos horizontes dentro do novo cenário que surge rapidamente.

Este trabalho está estruturado além desta seção de introdução, de uma breve fundamentação teórica, a explicitação do método utilizado, os resultados encontrados, seguido das considerações e referências.

1. Fundamentação teórica

Wilkesmann e Wilkesmann (2018), destacam que o termo Indústria 4.0 refere-se à visão de uma quarta revolução industrial, baseada em uma rede de recursos de produção autônomos, autocontrolados, autoconfiguráveis, baseados em conhecimento, baseados em sensores e espacialmente distribuídos. Segundo Shrouf *et al.* (2014), na Indústria 4.0 há a conectividade entre máquinas, pedidos, funcionários, fornecedores e clientes, com utilização da internet das coisas. Fábricas inteligentes, onde componentes, máquinas, dispositivos digitais podem se comunicar entre si, permitindo o autogerenciar das linhas de produção e fornecendo alto desempenho em termos de design de produto, produção e sistemas de logística, caracterizam, segundo Trentesaux *et al.* (2016), a Indústria 4.0. Neste contexto, o uso intensivo de tecnologias facilita o relacionamento e a comunicação com os clientes proporcionando para as organizações o conhecimento e o desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades reais dos clientes (SHROUF *et al.* 2014). A Indústria 4.0 tem como características processos de fabricação integrados, adaptados, otimizados e interoperáveis (LU, 2017).

Baseados em Kang *et al.* (2016), Jabbour *et al.* (2018) elaborou o quadro a seguir que apresenta uma visão geral das principais tecnologias da Indústria 4.0:

Quadro 1: Principais tecnologias da Indústria 4.0

Tecnologia	Descrição breve	Exemplo de recursos
Sistemas ciber-físicos	Permite automação, monitoramento e controle de processos e objetos em tempo real (Wang et al. 2015)	Controladores e sistemas de sensores (Wang et al. 2015 ; Yu et al. 2015)
Fabricação em nuvem	Portais virtuais que criam uma rede compartilhada de recursos e capacidades de fabricação oferecidos como serviços (Yu et al. 2015)	A Internet
Internet das Coisas	Um sistema computacional que coleta e troca dados adquiridos de dispositivos eletrônicos (Kang et al. 2016)	Tags de tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID), sensores, códigos de barras, telefones inteligentes (Da Xu et al. 2014 ; Atzori et al. 2010)
Fabricação aditiva	Representa a prototipagem ágil e conectada de partes de produtos em larga escala, permitindo a personalização (Holmström et al. 2016)	Impressoras 3D

Fonte: Jabbour *et al.* (2018), baseado em Kang *et al.* (2016).

É notável que há diferentes formas de aplicação do conceito da Indústria 4.0. A Indústria 4.0 pode tanto suportar a atuação de pessoas altamente qualificadas, com liberdade e alto grau de autonomia para projetar e criar formas inovadoras de digitalização para o futuro, como também pode estruturar ambientes de trabalho com um baixo grau de autonomia e uma estrutura hierárquica de autoridade de controle predeterminada por aplicativos digitais, onde os funcionários preenchem as lacunas que as máquinas não conseguem suportar. Estas diferentes formas de atuação dependerão da forma como a empresa estará organizada, fazendo com que esta escolha entre promover inovação ou reproduzir rotinas. Esta escolha, segundo os autores, dependerá do grau de formalização, a localização da autoridade de controle, a localização do conhecimento e o grau de profissionalização. Os mesmos autores afirmam que o fator-chave para o sucesso da implementação da digitalização no futuro será a formação profissional e acadêmica profissional.

Para Lorenz *et al.* (2015), a adoção com sucesso da Indústria 4.0 dependerá de a capacidade das empresas reciclarem suas forças de trabalho, reformularem seus modelos de organização e desenvolverem abordagens estratégicas para o recrutamento e o planejamento da força de trabalho. Os autores destacam a necessidade de parcerias com governos e universidades que terão como papel o desenvolvimento de sistemas de ensino que forneçam e desenvolvam nos alunos conjuntos de habilidades mais amplas, eliminando assim a lacuna iminente nas habilidades de tecnologia da informação (TI), enquanto os governos podem explorar formas de melhorar a coordenação central de iniciativas que promovam a criação de empregos.

Embora iniciativas junto a universidades e pesquisas sejam muito importantes para esta capacitação e para o entendimento da indústria 4.0, Piccarozzi (2018), afirma que é muito difícil encontrar um trabalho de pesquisa dedicado exclusivamente à gestão e aspectos de negócio da Indústria 4.0, sendo que os trabalhos publicados pertencem a temas como engenharia técnica, tecnologia da informação e comunicação (TIC) ou sustentabilidade, métodos de produção, deixando muitos aspectos pouco estudados ou absolutamente inexplorados no contexto empresarial pertencente à quarta revolução industrial.

Outras questões merecem ser mais exploradas e estudadas com mais atenção, por exemplo, estratégia, modelos de negócio, sustentabilidade, recursos humanos, inovação social.

Não há consenso sobre a definição de Indústria 4.0, mas os estudos apresentados até agora não colocam os aspectos gerenciais em sua essência.

Para atuar, contribuir e lucrar com esta revolução, as empresas devem estar prontas para mudar do topo até as raízes. Isso deve começar com uma mentalidade diferente no nível do conselho, mas também deve incluir diferentes habilidades e capacidades para projetar estratégias de forma diferente e em constante mudança, criando outros recursos, ferramentas, processos e combinações deles, para garantir boa implementação da estratégia envolvendo toda a empresa, começando com as pessoas que trabalham nela – isso é absolutamente necessário.

Diante do exposto, não é de surpreender que entre os onze componentes identificados por Sousa *et al.* (2005) para a implementação bem sucedida da Indústria 4.0 e uma manufatura ambientalmente sustentável, a primeira é a liderança administrativa seguida de prontidão para a mudança organizacional, comprometimento da alta gerência, alinhamento estratégico, treinamento e capacitação, empoderamento, trabalho em equipe, cultura organizacional, comunicação, gestão de projetos e cultura.

Documento do Ministério da Ciência Tecnologia Inovações e Comunicações (2017) afirma que as demandas da indústria 4.0, vão desde profissionais que atuem no desenvolvimento de tecnologia e também profissionais para operar em ambientes altamente tecnológicos. Serão necessárias novas competências e há lacuna entre procura e oferta de profissionais qualificados, havendo o desafio de encontrar colaboradores com habilidades sistêmicas e cognitivas com conhecimentos transversais, como as sociais, ambientais, de gestão de recursos e de resolução de problemas complexos, exigindo-se não só competências específicas em tecnologias de informação e comunicação, mas também *know-how* digital em áreas relacionadas à aplicação destes conhecimentos e habilidades, capacidade sistêmica de executar projetos reais e capacidade analítica para decidir. Este fato também é destacado por Mckendrick (2018), que afirma que nem todas as habilidades necessárias para operar em um novo cenário tecnológico impulsionado pela inteligência artificial precisarão ser altamente técnicas, mas que na verdade é a capacidade pessoal e habilidades organizacionais que acabarão por desenvolver ou impedir o desempenho em inteligência artificial, pois máquinas e sistemas não podem substituir a capacidade de organizar, inspirar e motivar funcionários, parceiros e clientes. Relacionamentos, confiança, orientação, cuidado, carinho e interação social são características que esses trabalhadores irão compartilhar.

Mckendrick (2017), ao falar dos estágios de utilização da internet das coisas, uma das características da indústria 4.0, destaca a prontidão organizacional, ou seja, colocar os funcionários a bordo da transformação, pois quando as empresas mudam seu modelo de negócios, o impacto vai além da tecnologia exige mudanças nas pessoas. Para Galeazzo e Furlan (2019) o aprendizado organizacional depende da solução de problemas como uma maneira de gerar novos conhecimentos, partindo da análise de suas causas para chegar a uma solução efetiva.

Dery e Sebastian (2017), afirmam que o digital não apenas nos obrigou a reimaginar onde e quando o trabalho é feito, mas também quem vai fazer isso e este é um grande desafio para as empresas atualmente: encontrar e manter disponíveis estes talentos trabalhando para as organizações. Os autores afirmam ainda que gerenciar tais profissionais também requer novas habilidades e duas necessidades básicas: capacitar a conectividade de funcionários e facilitar uma liderança responsiva e baseada em evidências, construindo ativamente ambientes de teste e aprendizado. Os autores realizaram entrevistas com 40 executivos seniores de TI, Recursos Humanos e gestão de talentos em 28 empresas em diversos setores no final de 2016, que mostrou que os mesmos abordavam a gestão de talentos digitais de maneiras muito diferentes, identificando quatro abordagens distintas para gerenciar talentos nesse ambiente desafiador: alinhamento, orquestração, arquitetura e curadoria, definidas a combinação de funcionários em tempo integral (FTEs) e *freelancers* e nos recursos da organização para gerenciar o relacionamento com o talento digital. Neste trabalho, os autores definem como alinhamento quando o foco é na função, valorizando-se o ajuste com as habilidades necessárias para um papel específico; já a orquestração busca atrair o talento de que precisavam para cumprir cronogramas de entrega cada vez mais urgentes e menos previsíveis para ofertas digitais. Nas empresas que estão no estágio de arquiteturas são focadas na criação de ambientes de trabalho interessantes para atender às necessidades de talentos digitais, para ter uma variedade de experiências de trabalho, construir amplas redes e aprender novas habilidades de maneira personalizada, permitir que as pessoas executem projetos e atuem em unidades de negócios, programas de desenvolvimento de habilidades autodirecionadas, carreiras personalizadas e multifacetadas, tornando-se lugares muito atraentes para o talento digital. Já na curadoria nos ambientes de negócios principais talentos estão em alta demanda, e essas empresas necessitam manter relações de trabalho com essas pessoas altamente valorizadas, assim, atuam criando novas maneiras de engajar pessoas - por meio de

laboratórios de startups embutidos, onde os funcionários poderiam trabalhar em seus próprios projetos, mantendo seu emprego com o empregador principal, espaços de *co-working*, por exemplo. Isso faz com que estas empresas desenvolveram excelentes capacidades digitais e locais de trabalho altamente conectados permitindo que pessoas em vários acordos de trabalho agreguem valor às equipes da forma mais integrada possível.

Conforme publicado no Fórum Econômico Mundial (2018) algumas competências necessárias para as pessoas neste novo ambiente organizacional são a solução complexa de problemas existentes ou que poderão surgir, pensamento crítico, criatividade capaz de criar valor a partir da aleatoriedade, gestão de pessoas, habilidades de coordenação (incluindo-se aqui a comunicação eficaz e colaboração), inteligência emocional, julgamento e tomada de decisão, orientação de serviço, negociação e flexibilidade cognitiva.

Hecklau (2016) afirma que são necessárias novas abordagens estratégicas para o gerenciamento holístico de recursos humanos para lidar com os desafios de conhecimento e competência relacionados às novas tecnologias e processos da Indústria 4.0, nas empresas de manufatura. Isso ocorre, pois a automação contínua de processos de fabricação simples, leva a um aumento do número de espaços de trabalho com um alto nível de complexidade, resultando assim na necessidade de um alto nível de educação do pessoal.

A indústria 4.0 tem o desafio de qualificar os trabalhadores para mudar suas capacidades para espaços de trabalho com processos mais complexos e garantir a retenção de tarefas nos ambientes em mudança (HECKLAU, 2016). Isto enquadra-se nos chamados desafios sociais da indústria 4.0 que se caracterizam, entre outras coisas, pela necessidade de estratégias para atrair os jovens, enquanto retém o conhecimento de funcionários mais velhos, aumentar o trabalho virtual e os tópicos de trabalho flexíveis, o que exige novas formas de aprendizagem ao longo da vida por conta de empregos com exigência de maior qualificação e perda de empregos que pedem qualificações mais baixas. Dessa forma, as empresas precisam qualificar seus funcionários para obter coordenação e tarefas criativas com maiores responsabilidades, tornando-se essencial conhecer a habilidades requeridas destes profissionais e criar processos de interação e capacitação que desenvolvam estas habilidades para profissionais em qualquer faixa etária.

Aires, Moreira e Freire (2017) a partir de revisão de literatura na área, identificaram que o desenvolvimento dos trabalhadores, o compartilhamento de conhecimento e o uso de novas tecnologias são os três desafios e tendências da gestão do conhecimento para a Indústria 4.0. Para suprir estes desafios o trabalho apresenta algumas formas de atuação como a Stakeholder University e a Universidade Corporativa em Rede. O trabalho conclui que o genuíno produto da Indústria 4.0, que possibilitará o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentável, é o elo entre desenvolvimento de pessoas e novas tecnologias que possibilita o compartilhamento do conhecimento organizacional.

Estudo de Ottonicar, Valentin e Mosconi (2019), mostram que países como o Brasil e o Canadá tem políticas públicas e ações semelhantes voltados à Indústria 4.0, porém enquanto no Brasil, trabalha-se com a divulgação das transformações para que as empresas comecem a se adequar a esse novo contexto, o Canadá foca nas indústrias de micro e pequeno porte que necessitam de maior investimento.

Para Stocker *et al.* (2014) o trabalhador do conhecimento será a peça chave da indústria 4.0, pois será o elemento mais flexível no processo de produção. Com o apoio das tecnologias o trabalhador do conhecimento poderá tomar as decisões mais adequadas e fazer a gestão do conhecimento do processo fabril. Junto com a gestão do conhecimento, a aprendizagem organizacional e dos indivíduos no ambiente de trabalho serão os grandes trunfos para a gestão da produção mais eficiente.

Jacques e Langmann (2016) apresentam o modelo de ensino dual alemão como forma para qualificar os trabalhadores para a indústria 4.0, este modelo que consiste em um currículo do curso superior em que as aulas teóricas são realizadas na universidade e as aulas práticas na indústria é uma das formas de conseguir formar novos profissionais, especialmente engenheiros, com as competências requeridas pelo mercado de trabalho.

Synnes e Welø (2016) ao discutir as capacidades organizacionais e ferramentas requeridas pela indústria 4.0 concluem que no cenário da indústria 4.0 não basta investir em tecnologia é necessário investir no desenvolvimento das pessoas, no conhecimento, na aprendizagem organizacional e na capacidade de absorção, bem como facilitar o compartilhamento do conhecimento entre as áreas de desenvolvimento de produtos e produção.

Posselt *et al.* (2016) enfatizam que na indústria 4.0, um dos fatores críticos é o aprendizado contínuo das organizações e de seus trabalhadores. Neste contexto a cultura de aprendizagem e ambientes de aprendizagem modernos, de interação com todos os sentidos humanos e abordagem combinada de diversas tecnologias, são determinantes para promoção da aprendizagem contínua.

Morais *et al.* (2018) alerta sobre algumas condições para o aprendizado, sendo que a base do compartilhamento, da socialização e da combinação do capital humano, ocorrerá somente em um ambiente propício à criatividade e à inovação, cuja integração homem - máquina é um dos pilares fomentadores na implantação da tecnologia existente na indústria 4.0. O objetivo da utilização do capital humano na indústria 4.0 ou nas empresas modernas deve ser o de movimentar a organização para o conhecimento e para o desenvolvimento de cultura de aprendizagem capazes de proporcionar mudanças inovadoras e criar vantagem competitiva diante de seus concorrentes.

Já a competência em informação é destacada como essencial para Ottonicar, Valentin e Mosconi (2019), sendo considerada pelas autoras como crucial para o ambiente empresarial para subsídio à aprendizagem dos processos da organização, principalmente no contexto da Indústria 4.0 que traz intensas mudanças na forma de produção de produtos físicos e de informação.

2. Método

A pesquisa pode ser classificada como teórica, bibliográfica e exploratória, visto que realizou a leitura e análise dos materiais selecionados, buscando por meio desta análise apresentar síntese e diálogo com as fontes utilizadas e reflexões sobre as interfaces dos temas tratados, elaborando-se um quadro-resumo com as principais contribuições dos autores sobre as competências requeridas dos trabalhadores da indústria 4.0.

3. Resultados

Baseado na literatura selecionada, foi elaborado o quadro a seguir com as competências exigidas para os trabalhadores da quarta revolução industrial:

Quadro 1: Competência necessária ao profissional da indústria 4.0.

Competência necessária	Autor
Solução complexa de problemas existentes ou que poderão surgir; Pensamento crítico; Criatividade (criar valor a partir da aleatoriedade); Gestão de pessoas; Habilidades de coordenação; Comunicação eficaz; Colaboração; Inteligência emocional; Julgamento e tomada de decisão; Negociação; Flexibilidade cognitiva.	Desjardins (2003)
Entendimento interdisciplinar	Gorecky <i>et al.</i> (2014)
Divididas em: Competências pessoais: habilidades interculturais, pensamento empreendedor, criatividade, trabalho sob pressão, resolução de conflitos, capacidade de comprometer e cooperar, capacidade de transferir conhecimento, motivação para aprender, habilidades de comunicação, tolerância à ambiguidade, capacidade de trabalhar em uma equipe, criatividade para desenvolver novas soluções sustentáveis, mentalidade sustentável, motivação para proteger o meio ambiente. Competências técnicas: habilidades de linguagem; conhecimento de ponta, flexibilidade de tempo, habilidades de liderança, habilidades analíticas, habilidades de rede, compreensão de processos, habilidades de pesquisa, eficiência no trabalho com dados, habilidades de codificação, compreensão de segurança de TI, conformidade, habilidades de comunicação virtual, mídia, habilidades de tecnologia.	Hecklau (2016)
Capacitar a conectividade de funcionários; Facilitar uma liderança responsiva e baseada em evidências; Construção ativa de ambientes de teste e aprendizado.	Dery e Sebastian (2017)
Capacidade pessoal e habilidades organizacionais; Capacidade de organizar, inspirar e motivar funcionários, parceiros e clientes; Relacionamentos, confiança, orientação, cuidado, carinho e interação social .	Mckendrick (2018)
Atuar em desenvolvimento de tecnologia; Operar em ambientes altamente tecnológicos; Habilidades sistêmicas e cognitivas; Conhecimentos transversais: sociais, ambientais, de gestão de recursos e resolução de problemas complexos; Capacidade sistêmica de executar projetos reais; Capacidade analítica para decidir.	MCTIC (2019)
Análise de causas e solução efetiva de problemas.	Galezso e Furlan (2019)
Capacidade de lidar com a quantidade de dados; Competência para interpretar e aprender informações produzidas por pessoas, máquinas e robôs; Lidar com desinformação, Fake News e informação manipulada.	Ottonicar, Valentin e Mosconi (2019)

Fonte: A autora (2019)

Pode-se notar pelos resultados encontrados que não só competências técnicas serão exigidas do trabalhador da indústria 4.0, mas principalmente competências pessoais e grande capacidade de relacionamento com outras pessoas e com a tecnologia, utilizando-se das informações disponibilizadas para tomar decisões e resolver problemas, com rapidez e menor risco.

Os profissionais, também, deverão atuar como líderes de si mesmo e de outros, com capacidade de compreensão de diferentes cenários e conhecimentos, utilização de ferramentas e informações para criar novos conhecimentos, coordenar atividades, flexibilidade para criar relacionamentos, negociar e buscar soluções de problemas complexos.

Para atender todas estas demandas, há a necessidade de que o profissional seja competente em sua comunicação e no processo de obtenção, seleção, compreensão e utilização das informações disponibilizadas nos diferentes suportes e nos mais diversos formatos para gerar conhecimentos úteis para a tomada de decisão, resolução de problemas, exercício da liderança e promoção da inovação, fator preponderante na indústria 4.0.

Considerações

Levando-se em conta as competências exigidas dos trabalhadores neste novo contexto e a importância das pessoas para o sucesso das organizações, torna-se essencial que se tenha um olhar atento voltado à formação deste novo perfil de profissionais aptos a enfrentarem os desafios constantes de modelos de negócios em mudança. As organizações deverão investir em processos de qualificação e desenvolvimento de competências não só para seus funcionários em tempo integral, mas também para outros trabalhadores que estas terão em diversos tipos de acordos de trabalho, assim como, desenvolver estratégias para o compartilhamento de conhecimento e redes de cooperação que proporcione a construção de novos conhecimentos que levem a inovações nos processos, produtos e serviços.

Estar em constante interação com seus públicos de relacionamento, atentos às demandas e a utilização de informações e conhecimentos para solucionar problemas e para propor mudanças deve ser a atitude das empresas no contexto da indústria 4.0, pois ao utilizar-se da tecnologia para a realização de diversas tarefas, o papel do trabalhador passa a ser o de propor novas formas de utilização das tecnologias e até outras tecnologias para facilitar, ampliar e buscar a excelência nas relações de produção e consumo. Capacitar trabalhadores não mais para tarefas operacionais, mas para desenvolver e aprimorar estratégias é um dos desafios da indústria 4.0.

Referências

- AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. **SUCEG - Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo**, v. 1, n. 1, p. 224-247, 2017. Disponível em: <<http://anais.suceg.ufsc.br/index.php/suceg/article/view/49>>. Acesso em: 10 jul 2019.
- BRASIL, Governo Federal. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil**. 2017. Disponível em <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf>. Acesso em 02 jul 2019.
- DERY, K; SEBASTIAN, I. **The Four Ways to Manage Digital Talent and Why Two of Them Don't Work**, 2017. Disponível em <<https://sloanreview.mit.edu/article/the-four-ways-to-manage-digital-talent-and-why-two-of-them-dont-work/>>. Acesso em 01 jul 2019.
- GALEAZZO, A.; FURLAN, A. Good problem solvers? Leveraging knowledge sharing mechanisms and management support. **Journal of Knowledge Management**, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1108/JKM-05-2018-0290>>. Acesso em 10 jun 2019.
- GOECKY, D. *et al.* Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. **12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)**, 2014.
- HECKLAU, F. *et al.* Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, 2016, p. 1-6.
- IRE, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. **International Congress of Knowledge and Innovation - Ciki**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>>. Acesso em 02 jul 2019.
- JABBOUR, A.B. L.S. *et al.* Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. **Annals of Operations Research**, v. 270, p. 273–286, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2772-8>.
- JACQUES, H.; LANGMANN, R. Dual study: A smart merger of vocational and higher education. In: **Global engineering education conference (educon)**, Abu Dhabi, UAE: IEEE, v.7, p. 434-43, 2016.
- KANG, H. S. *et al.* Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v. 3, n. 1, 111–128, 2016.
- LASI, H. *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n.4, 2014.
- LORENZ, M.; RUESSMANN, M.; STRACK, R.; LUETH, K. L.; BOLLE, M. Man and machine in Industry 4.0: how will technology transform the industrial workforce through 2025? **The Boston Consulting**, 2015.

- LU, Y. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p. 1–10, 2017.
- MCKENDRICK, J. **10 Surprising Skills That Will Make or Break Artificial Intelligence**. 2018. Disponível em <https://www.rtinsights.com/10-surprising-skills-that-will-make-or-break-artificial-intelligence/>. Acesso em 01 jul 2019.
- MCKENDRICK, J. **The 3 Stages of Realizing of Internet of Things Value**. 2017. Disponível em <https://www.rtinsights.com/the-3-stages-of-realizing-of-internet-of-things-value/>. Acesso em 01 jul 2019.
- MORAIS, M. O.; ARAUJO, N. B.; ALEIXO, H. W. S.; UCHOA, L. S. O. Conhecimento e o capital humano na indústria 4.0. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, Edição Especial, p. 4570-4583, 2018.
- OTTONICAR, S. L. C.; VALENTIM, M. L. P.; MOSCONI, E. Políticas públicas aplicadas à indústria 4.0: estudo comparativo entre o Brasil e o Canadá com foco na competência em informação. **RICI: Revista Ibero-americana de Ciência da Informação**, v. 12, n. 2, p. 558-584, 2019.
- PICCAROZZI, M.; AQUILANI, B.; GATTI, C. Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, n. 10, p. 3821, 2018.
- POSSELT, G. *et al.* Intelligent Learning Management by Means of Multi-sensory Feedback. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 77-82, 2016.
- SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. *In: Proceedings of the IEEE international conference on industrial engineering and engineering management*, p. 697–701, 2014. DOI: 10.1109/IEEM34097.2014.
- SYNNES, E. L.; WELO, T. Enhancing Integrative Capabilities through Lean Product and Process Development. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 221-226, 2016.
- STEININGER, D. **Innovate or Die: When is too much innovation not a good thing?** 2017. Disponível em <https://www.biztimes.com/2017/magazines/biztimes-milwaukee/current-issue/innovate-or-die-23/>. Acesso em 01 jul 2019.
- STOCKER, A. *et al.* Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory. **Elektrotechnik und Informationstechnik**, v. 131, n. 7, p. 207-211, 2014.
- TRENTESAUX, D.; BORANGIU, T.; THOMAS, A. Emerging ICT concepts for smart, safe and sustainable industrial systems. **Computers in Industry**, v. 81, p. 1–10, 2016.
- WILKESMANN, M.; WILKESMANN, U. Industry 4.0: organizing routines or innovations? **Journal of Information and Knowledge Management Systems**, v. 48 n. 2, p. 238-254, 2018.
- WORD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2018**. Disponível em <http://abet-trabalho.org.br/the-future-of-jobs-report-2018-forum-economico-mundial/>. Acesso em 11 jul 2019.