



COMPETÊNCIAS EMERGENTES NA INDÚSTRIA 4.0: uma revisão sistemática da literatura

EMERGING COMPETENCIES IN THE INDUSTRY 4.0: A Systematic Literature Review

Yasmine Tomasella Rodrigues^I
Juliano Endrigo Sordan^{II}

RESUMO

O advento da Indústria 4.0 pode ser compreendido como uma forma de ruptura entre os tradicionais modelos de manufatura e as novas formas como o processo produtivo, o trabalho e suas relações ocorrem. Esse efeito também reflete no mercado de trabalho, com a necessidade de mudança do perfil dos profissionais da indústria. Desse modo, o paradigma da quarta revolução industrial requer novas competências profissionais. Para tanto, é necessário identificá-las a fim de que esses profissionais possam adequar-se às novas demandas produtivas. O presente estudo tem por objetivo identificar as competências essenciais aos profissionais inseridos no contexto da indústria 4.0. A pesquisa foi realizada por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que selecionou nove artigos específicos sobre o tema de pesquisa, permitindo elencar nove competências emergentes. O estudo destaca como agenda de pesquisa, trabalhos que explorem as competências emergentes no âmbito da Indústria 4.0, relacionando os nove pilares centrais com as competências emergentes.

Palavras-chave: Competências. Indústria 4.0. Revisão Sistemática de Literatura.

ABSTRACT

The advent of Industry 4.0 can be understood as a form of rupture between traditional manufacturing models and the new ways in which the productive process, labor, and their relationships occur. This effect also reflects in the labor market, with the need to change the profile of industry professionals. In this way, the paradigm of the fourth industrial revolution requires new competences. Therefore, it is necessary to identify them so that these professionals can adapt to the new productive demands. The purpose of this study is to identify key competencies for professionals within the context of industry 4.0. The research was carried out through a Systematic Literature Review (SLR), which selected nine articles about the subject and identifying nine emerging competencies. The study also highlights as a research agenda, works exploring emerging competencies within Industry 4.0, linking the nine core pillars with emerging competencies.

Keywords: Competencies. Industry 4.0. Systematic Literature Review.

^I Graduada em Gestão Empresarial pela Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – São Paulo – Brasil. E-mail: yasmine.trc@gmail.com

^{II} Prof. Me. da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – São Paulo – Brasil. E-mail: juliano.sordan@fatec.sp.gov.br



Data de submissão do artigo: 28/06/2019.

Data de aprovação do artigo: 01/10/2019.

DOI:

1 INTRODUÇÃO

O advento da quarta revolução industrial, também denominado Indústria 4.0 (I4.0), impõe a reestruturação dos meios produtivos com empresas cada vez mais “digitalizadas” e inteligentemente gerenciadas, as quais demandam trabalhadores capazes de entender os fundamentos das tecnologias de rede e processamento de dados. Desse modo, além das tradicionais competências inerentes às rotinas da gestão da produção, novas competências no campo da manufatura digital deverão ser identificadas e gerenciadas.

O futuro da produção, segundo a concepção de I4.0, será caracterizado por pequenas redes de produção descentralizadas e digitalizadas que operam de forma autônoma e são capazes de controlar de forma eficiente suas operações em resposta às mudanças econômicas e socioambientais. No nível operacional, a I4.0 exigirá que os trabalhadores serão envolvidos em atividades criativas, inovadoras e comunicativas (EROL *et al.*, 2017).

Verifica-se assim, os efeitos da quarta revolução industrial sobre o perfil profissional, o qual necessita ser modificado a fim de se adaptar às competências exigidas pelo mercado de trabalho. Contudo, tal revolução vai muito além das tecnologias inovadoras nela empregadas e do mercado de trabalho industrial. Um dos seus grandes méritos que contribuirá para a diferenciação das empresas no mundo dos negócios é a capacitação de seus trabalhadores para essa nova conjuntura (SCHWAB, 2016).

Diante das transformações tecnológicas, o perfil exigido dos colaboradores sofreu modificações, passando do trabalho manual para o intelectual (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2016). As tecnologias digitais têm evoluído muito rapidamente e afetado as competências e a demanda de mão de obra especializada, invadindo áreas que costumavam ser apenas do domínio das pessoas, como comunicação complexa e reconhecimento avançado de padrões (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011). Conforme enfatizado por Schwab (2016), a quarta revolução industrial transformará significativamente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros.

Considerando a relevância do tema para a melhoria do desempenho empresarial frente ao novo paradigma industrial, surge a seguinte questão de pesquisa: Quais são as competências profissionais emergentes no contexto da I4.0? Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo investigar as novas competências exigidas dos profissionais que atuam nas atividades de manufatura frente ao novo paradigma industrial.

2 INDÚSTRIA 4.0: o novo paradigma industrial

As revoluções industriais podem ser compreendidas a partir de rupturas nas tecnologias de manufatura. A primeira revolução industrial, que ocorreu na segunda metade do século XVIII até a metade do século XIX foi marcada pela introdução da máquina a vapor, a fim de mecanizar a produção, que anteriormente era artesanal. A segunda revolução industrial aconteceu entre meados do século XIX até a primeira metade do século XX, a partir do advento da energia elétrica que viabilizou as linhas de produção e a produção em massa. A terceira revolução industrial ocorreu na segunda metade do século XX e foi marcada pela



implementação de componentes eletrônicos e tecnologias que proporcionaram a automação dos processos produtivos (DELOITTE, 2014).

A I4.0 nasceu na virada do Século XXI, alicerçada nos progressos da revolução digital que fizeram com que a informática se tornasse habitual na sociedade moderna. Os progressos na internet móvel, o processo de produção de objetos de consumo cada vez menores e a diminuição de custos dos sensores, ao lado da inteligência artificial e do desenvolvimento de máquinas inteligentes, possibilitaram a conexão entre redes, *hardware*, *software*, distinguindo, dessa forma, o final da terceira revolução industrial e início de uma nova era (SCHWAB, 2016).

Cabe expor que a expressão Indústria 4.0 auferiu importância mundial durante um evento realizado na Alemanha em 2011 (Hannover Fair) a fim de fomentar os negócios em torno das fábricas inteligentes e impulsionar os Sistemas Ciber-Físicos (*Cyber-Physical Systems* – CPS (SANDERS; ELANGESWARAN; WULFSBERG, 2016). Neste contexto, o conceito de Fábrica Inteligente (*Smart Factory*), pode ser compreendido como um modo de aplicação intensiva de dados de tecnologia da informação no nível da fábrica de forma a possibilitar operações inteligentes, eficientes, bem como responsivas (WALLACE; RIDDICK, 2013).

Nesse panorama produtivo, máquinas, ferramentas e processos estão conectados à internet por intermédio dos CPS, interagindo entre si e com a capacidade de executar, tomar decisões e se corrigir de forma quase que autonomamente (TESSARINI JÚNIOR; SALTORATO, 2018). Assim, os CPS envolvem uma série de sistemas colaborativos que congregam a capacidade cibernética no mundo real (POOVENDRAN, 2010).

Desse modo, uma diversidade de tecnologias está convergindo para o novo paradigma industrial, abarcando inteligência artificial, internet móvel, computação em nuvem, realidade aumentada, simulação, robótica avançada, sensores, manufatura aditiva, nanotecnologia, entre outras (KULL, 2015).

Uma característica que distingue a I4.0 dos paradigmas anteriores é o ingresso e a difusão da internet das coisas, a qual promove a rede de peças de montagem, transportadores, máquinas e instrumentos de medição, possibilitando novos modelos de diagnóstico, controle e melhoria de processos digitais com base na troca de informações em tempo real (KAGERMANN, 2014).

A natureza das transformações relativas à I4.0 pode ser compreendida a partir da conjuntura inerente às necessidades sociais, econômicas e políticas, a exemplo da demanda por flexibilidade e diminuição do tempo de desenvolvimento de produtos, a individualização, customização da demanda e a eficiência dos recursos de produção, bem como a oferta de novas tecnologias de manufatura, que estão intensificando a automação, mecanização e digitalização dos processos industriais (LASI *et al.*, 2014).

Assim, a I4.0 não transforma somente os processos e produtos industriais, mas também as competências das pessoas, que precisam se atualizar para trabalhar com novas tecnologias incluindo integração de sistemas, inteligência artificial, nanotecnologia e novas formas de se relacionar, assegurando a propositura de soluções para alguns dos desafios que a sociedade enfrenta ultimamente em áreas como saúde, mobilidade urbana e eficiência energética por meio de redes elétricas inteligentes (KAGERMANN, 2014).

No âmbito da implementação das tecnologias digitais, Rüßmann *et al.*, (2015) destacam nove tecnologias habilitadoras que representam pilares da I4.0. São elas: (i) *Big Data Analytics*; (ii) Robótica autônoma; (iii) Simulação; (iv) Manufatura Aditiva; (v)



Sistemas Integrados; (vi) Computação em nuvem; (vii) Internet das Coisas - IoT; (viii) Cibersegurança; e (ix) Realidade Aumentada.

Lasi *et al.* (2014), alertam que a conversão para o modelo I4.0 também inclui uma série de mudanças na cultura e na estrutura organizacional, principalmente quanto ao uso da tecnologia da informação (TI) e novos sistemas de produção. Essas demandas não têm apenas implicações organizacionais técnicas, mas também múltiplas, inclusive no que tange ao campo da gestão do conhecimento em toda a organização. Sendo assim, é necessário que sejam aperfeiçoadas as competências e habilidades tradicionais, visto que o novo cenário tecnológico requer maior qualificação profissional. Neste sentido Edwards e Ramirez (2016) explicam a necessidade de uma “reciclagem” das competências inerentes ao chão de fábrica, que demanda a conformação às novas tecnologias e às mudanças organizacionais que elas provocam, de modo a manter as condições de empregabilidade.

2.2 Competências emergentes na Indústria 4.0

A I4.0 vem sendo delineada como agregadora de emergentes tecnologias de informação ao ambiente de produção, gerando substanciais ganhos de produtividade e flexibilidade e alterando a natureza do trabalho industrial. Por conseguinte, torna-se necessário que os colaboradores ampliem uma série de competências tecnológicas a fim de conservar suas condições de empregabilidade. Para Romero *et al.*, (2016), estamos adentrando na era do “operador 4.0”, a qual requer a criação de relacionamentos confiáveis e baseados em interação entre homem e máquina (IHM), para viabilizar a implementação das fábricas inteligentes.

Erol *et al.*, (2017) destacam que esses novos profissionais deverão desenvolver competências específicas, a fim de lidar com os novos desafios da indústria digital. Assim sendo, em razão da complexidade da inovação decorrente da junção de múltiplas tecnologias, será necessário repensar o perfil dos novos profissionais, bem como as competências daqueles que se encontram inseridos no mercado.

Ao fazer menção às competências profissionais, Sparrow e Bognanno (1994) relacionam um repertório de atitudes que permitem ao profissional adaptar-se, de forma rápida, a um ambiente cada vez menos estável e possuir uma orientação para a inovação e a aprendizagem permanente. De acordo com esses autores, competências dizem respeito às atitudes vistas como relevantes para o alcance de alto desempenho em um trabalho específico ao longo de uma carreira profissional ou no contexto de uma estratégia corporativa.

Diante desse contexto, observa-se que os processos estão se tornando mais complexos, o que leva a um aumento de empregos com maior qualificação e perda de empregos requerendo qualificações mais baixas. Portanto, as empresas precisam qualificar seus funcionários para obter coordenação e tarefas criativas com maiores responsabilidades (HECKLAU *et al.*, 2016).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Com o propósito de identificar as competências emergentes no contexto da I4.0, foi conduzida uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) por se tratar de um método explícito, compreensível, sistemático e reproduzível, voltado para a identificação, avaliação e síntese dos trabalhos científicos produzidos por acadêmicos e praticantes (OKOLI; SCHABRAM, 2010).



A pesquisa incluiu trabalhos publicados entre o período de 2011 a 2018, visto que o termo “Indústria 4.0” passou a ser disseminado na comunidade científica a partir de 2011. O procedimento de busca foi realizado no mês de maio de 2019 por meio da base de dados Scopus®, considerando a relevância dos trabalhos indexados, publicados em periódicos com fator de impacto, assim como a facilidade de acesso às publicações. Para acessar os registros nessa base, adotou-se como termo de busca a expressão: (“*competences*” OR “*training*”) AND (“*industry 4.0*” OR “*fourth industrial revolution*” OR “*advanced manufacturing*”).

Foram considerados trabalhos publicados no idioma inglês na forma de artigos e conferências, assim como a disponibilidade de acesso à publicação. Dessa forma, foram recuperados 385 registros. Após a leitura dos títulos e palavras-chave, foram selecionados 77 trabalhos para a leitura dos resumos de modo a identificar a aderência desses trabalhos com o objetivo da pesquisa. Como último critério de filtragem dos registros, procedeu-se à leitura completa da publicação, resultado em uma amostra final composta por nove artigos que versam sobre competências emergentes no contexto da I4.0.

Após a leitura completa dos trabalhos selecionados, foi conduzida uma análise do conteúdo dessas publicações, possibilitando a criação de códigos para cada categoria ou assunto relacionado com competências emergentes na I4.0. Desse modo, foram identificados nove assuntos, que foram agrupados por afinidades. A seguir, serão apresentados os resultados dessa análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta as competências elencadas encontradas durante a RSL, juntamente com uma breve definição e seus autores correspondentes.

Quadro 1 - Competências na Indústria 4.0.

Competências emergentes	Definição	Autores/Ano
Competência Essencial	Conjunto mais amplo de competências que vão além do <i>know-how</i> técnico	Whysall, Owtram e Brittain (2019)
Competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais	Competências <i>técnicas</i> compreendem todos os conhecimentos e competências relacionados com o trabalho, as competências <i>metodológicas</i> incluem todas as competências e capacidades para a resolução geral de problemas e a tomada de decisões. Competências <i>sociais</i> abrangem todas as habilidades (adquiridas) e habilidades (naturais), bem como a atitude de cooperar e se comunicar com os outros. Competências <i>pessoais</i> incluem valores, motivações e atitudes sociais de um indivíduo.	Hecklauer <i>et al.</i> , (2016)
Competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais	Os autores adotam a mesma definição de competências apresentada por Hecklauer <i>et al.</i> (2016)	Imran e Kantola (2019)

(Continua)



(Continuação)

Competências emergentes	Definição	Autores/Ano
Não utiliza uma definição geral, apenas elenca as competências	Equilíbrio de habilidades técnicas e teóricas, habilidades de alfabetização, valores pessoais. Habilidades em: comunicação interpessoal, resolução de problemas, uso de tecnologia, liderança e habilidades empreendedoras, gerenciais e informativas. Destaque para as abordagens <i>lean</i> e gerenciamento de produção ágil, gerenciamento de propriedade intelectual, gerenciamento de resíduos, gerenciamento global da cadeia de suprimentos, pensamento criativo e capacidade de adaptação.	Penesis <i>et al.</i> , (2017)
Competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais	Os autores adotam a mesma definição de competências apresentada por Hecklauer <i>et al.</i> (2016)	Mourtzis (2018)
Competências Profissional, Dados, Competências de TI, sociais e pessoais	<i>Competência profissional</i> : processos de produção e conhecimento sistêmico; <i>Competência de dados</i> : análise de dados, <i>Competência de TI</i> : segurança e proteção de TI; <i>Competência social</i> : cooperação e capacidade de comunicação; <i>Competência pessoal</i> : aprendizagem vitalícia e autorregulada.	Kravcik <i>et al.</i> , (2018)
Competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais.	Os autores adotam a mesma definição de competências apresentada por Hecklauer <i>et al.</i> (2016)	Patalas-Maliszewska e Ktos (2017)
Não utiliza uma definição geral, apenas elenca as competências.	Utiliza o termo <i>habilidades não técnicas</i> . As habilidades são elencadas da seguinte forma: habilidades de comunicação, especialmente em inglês, habilidades de trabalho em equipe, habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, habilidades empreendedoras e conhecimentos de informática.	Azmi <i>et al.</i> , (2018)
Competências Amplas	<i>Conhecimentos</i> em estruturas de redes. Aprender a dominar as tecnologias de Big Data, aprender a trabalhar com vários tipos de dados, compreender e dominar processos, aprender a assumir mais auto responsabilidade, aprender a cooperar e comunicar intensivamente, aprender a iniciar inovações, enfoque na sensibilidade ao desenvolvimento para as questões ambientais e sociais do desenvolvimento tecnológico e das inovações.	Spottl (2018)

Fonte: elaborado pelos autores (2019)

Após uma análise de conteúdo a fim de separar as categorias de competências e os autores que versam sobre o tema, foram identificadas nove competências emergentes no contexto da I4.0 sendo elas: competências essenciais, competências amplas, competências profissionais, competências de dados, competências de tecnologia de informação (TI), competências sociais, competências pessoais, competências técnicas e competências metodológicas. O Quadro 2 categoriza as competências e os autores que abordam o assunto.

Dentre as competências mais citadas, destacam-se as competências sociais, que fazem referência às habilidades de cooperação e capacidade de comunicação, as competências pessoais que incluem valores, motivações e atitudes sociais de um indivíduo, as competências técnicas que determinam as habilidades e os conhecimentos relacionados ao trabalho, e as competências metodológicas, que incluem habilidades de resolução de problemas.



Quadro 2 - As nove competências emergentes na Indústria 4.0

Autores \ Competências	Essenciais	Profissionais	Amplas	Dados	Tecnologia da Informação	Sociais	Pessoais	Técnicas	Metodológicas
Spottl (2018)			⊙						
Kravcik <i>et al.</i> , (2018)		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		
Imran; Kantola (2019)						⊙	⊙	⊙	⊙
Whysall, Owtram e Brittain, (2019)	⊙								
Hecklauer <i>et al.</i> , (2016)						⊙	⊙	⊙	⊙
Mourtzis (2018)						⊙	⊙	⊙	⊙
Patalas-Maliszewska; Ktos (2017)						⊙	⊙	⊙	⊙

Fonte: elaborado pelos autores (2019)

Cabe destacar que além das definições mais utilizadas e convergentes foi possível verificar a existência de algumas especificidades em torno do tema. Whysall, Owtram e Brittain (2019) criam uma categoria de competências, denominada de essenciais. Penesis *et al.* (2017) não sugerem categorias de competências, apenas elencam as principais habilidades necessárias aos profissionais no contexto da I4.0. Um fator limitante desta pesquisa é a generalização das competências, categorizadas como: sociais, pessoais, tecnológicas e metodológicas, visto que poucos autores são específicos em relação às habilidades inseridas em cada uma delas, sendo que apenas Kravcik *et al.* (2018) e Mourtzis (2018) fazem essa menção.

Azmi *et al.*, (2018) igualmente não criam uma classificação de competências fazendo menção ao termo habilidades não técnicas, elencando aptidões necessárias no contexto da I4.0. Spottl (2018) utiliza a denominação competências ampla e não especifica o termo, apenas elencando habilidades profissionais. Hecklauer *et al.* (2016), além de elencarem uma categoria ampla de competências, fazem uma análise das tendências no âmbito da I4.0 e, para cada uma delas, determinam habilidades específicas necessárias aos profissionais nesse contexto, categorizando da seguinte forma:

- Desafios econômicos: habilidades interculturais, habilidades de linguagem, flexibilidade de tempo, habilidades de rede, compreensão de processos.
- Necessidade crescente de inovação: pensamento empreendedor, criatividade, resolução de problemas, trabalho sob pressão, conhecimento de ponta, habilidades técnicas, habilidades de pesquisa, compreensão de processos.
- Demanda por maior orientação para serviços: resolução de conflitos, habilidades de comunicação, capacidade de comprometimento e habilidades de rede.
- Necessidade crescente de trabalho cooperativo e colaborativo: capacidade de comprometer e cooperar, capacidade de trabalhar em uma equipe, habilidades de comunicação, habilidades de rede.
- Desafios sociais: mudança demográfica e mudança de valores sociais.



- Capacidade de transferir conhecimento: aceitando a rotação da tarefa de trabalho, alterações relacionadas com o trabalho (tolerância à ambiguidade): tempo, flexibilidade, habilidades de liderança.
- Aumentando do trabalho virtual: tempo e flexibilidade de lugar, habilidades de tecnologia, habilidades de mídia e compreensão da segurança da TI.
- Complexidade crescente de processos: habilidades técnicas, compreensão de processos, motivação para aprender, tolerância à ambiguidade, tomada de decisão, resolução de problemas e habilidades analíticas.
- Desafios técnicos: crescimento exponencial de tecnologia e uso de dados, habilidades técnicas, habilidades analíticas, eficiência no trabalho com dados, habilidades de codificação, compreensão de segurança de TI, conformidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar as competências emergentes no contexto da I4.0 torna-se uma questão cada vez mais relevante, haja vista que a chamada quarta revolução industrial está em pleno andamento. As estruturas produtivas estão se modificando, as tecnologias e pilares relacionados a essa estrutura, cada vez mais alteram a forma como se vive, se produz e se trabalha. Quando se busca compreender a I4.0, sobretudo as mudanças que ela traz no *modus operandi* das organizações, torna-se fundamental a necessidade de averiguar quais competências surgem nesse cenário industrial.

O presente artigo teve como objetivo central encontrar respostas sobre quais são as competências profissionais emergentes do paradigma I4.0. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma RSL resultando na análise de nove artigos que versam sobre o tema de pesquisa. Como contribuição, esse estudo elenca nove competências emergentes sendo elas: específicas, amplas, profissionais, dados, tecnologia da informação (TI), sociais, pessoais, técnicas e metodológicas. Além disso, verificou-se, que as competências emergentes no contexto da I4.0 mais citadas são: sociais, pessoais, técnicas e metodológicas.

Considerando as lacunas observadas neste estudo, sugere-se com temas para pesquisa futura a identificação das competências requeridas para trabalhar com os nove pilares centrais da I4.0, assim como trabalhos relacionados às mudanças no contexto produtivo e as competências emergentes.

REFERÊNCIAS

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: **VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**. Foz do Iguaçu. Anais Ciki. Foz do Iguaçu: UFSC, 2016.

AZMI, A. N., NOORDIN, M. K., KAMIN, Y., NABIL, A., & NASIR, M. Towards Industrial Revolution 4.0: Employers' Expectations on Fresh Engineering Graduates. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, 267–272. Disponível em: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.28.22593>. Acesso em: 01 jun.2019.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *Race Against the Machine*. Digital Frontier Press, 2011.



DELOITTE. *Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. 2014. DOI. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ntwe.12067>. Acesso em: 15 abr. 2019.

EDWARDS, Paul; RAMIREZ, Paulina. *When should workers embrace or resist new technology? New technology, work and employment*. 2016. v. 31, n. 2, p. 99-113. DOI: Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ntwe.12067>. Acesso em: 01 maio 2019.

EROL, Selim; JÄGERA, Andreas; HOLDA, Philipp; OTTA, Karl; SIHNA, Wilfried. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. **6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories. ScienceDirect**. Elsevier, 2017.

HECKLAUA, Fabian; GALEITZKEA, Mila; FLACHSA, Sebastian; KOHLB, Holger. **Holistic approach for human resource management in Industry 4.0**. 2016. *Procedia CIRP*, v. 54, p. 1-6. DOI: Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>. Acesso em: 20 abr.2019.

IMRAN F., KANTOLA J. Review of Industry 4.0 in the Light of Sociotechnical System Theory and Competence-Based. In: Kantola J., Nazir S., Barath T. (Org.) **Advances in Human Factors, Business Management and Society. Advances in Intelligent Systems and Computing**. v. 783. Springer, Cham, 2019.

KAGERMANN, Henning. Chancen von industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, Thomas/tem Hompel, Michael/Vogel-Heuser, Birgit (Org.) **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer VS**, p. 603-614, 2014.

KRAVCIK, Milos; WANG, Xia; ULLRICH, Carsten; IGEL, Christoph. *Towards Competence Development For Industry 4.0. Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED-2018) 19th June 27-30. London United Kingdom II* Seiten 442-446. ISBN 978-3-319-93845-5, *Springer Cham*, 2018.

KULL, H. **Mass customization**: Opportunities, methods, and challenges for manufacturers. Apress, 2015.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H. G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. **Industry 4.0. Business and Information Systems Engineering**, n. 6, v. 4, p. 239-242, 2014.

MOURTZIS, D. Development of Skills and Competences in Manufacturing Towards Education 4.0: A Teaching Factory Approach. In Ni, J., Majstorovic, V.D. & Djurdjanovic, D. (Org.). **Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2018.

OKOLI, Chitu; SCHABRAM, Kira. A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. *Working Papers on Information Systems*, v. 10, no. 26, p. 1-51, 2010.



PATALAS-MALISZEWSKA J.; KTOS, S. An Intelligent System for Core-Competence Identification for Industry 4.0 Based on Research Results from German and Polish Manufacturing Companies. In: Burduk A., Mazurkiewicz D. (eds) **Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance – ISP**. ISPEM. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 637. Springer, Cham. 2017.

PENESIS, Irene; KATERSKY, Robin Barnes; KILPATRICK, SUE; Symes, Mark; DE LA BARRA, Bernardo A. León. Reskilling the manufacturing workforce and developing capabilities for the future. **Australasian Journal of Engineering Education**. DOI: 10.1080/22054952.2017.1338228. 2017.

POOVENDRAN, R. Cyber-physical systems: Close encounters between two parallel worlds. **Proceedings of the IEEE**, v. 98, n. 8, p. 1.363-1.366, 2010.

ROMERO, David; BERNUS, Peter; NORAN, Ovidiu; STAHERE, Johan; FASTH, Åsa AB. The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. 2016. In: **APMS (Advances in Production Management Systems)**. DOI: Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7_80. Acesso em: 10 abr. 2019.

RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. **Boston Consulting Group**, 9, 2015. Disponível em: < <https://www.bcg.com> >. Acesso em: 26 de maio de 2019.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**. v.3, n. 9, 811-833, 2016.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution. Genebra: **World Economic Forum**, 2016.

SPARROW, P. R., BOGNANNO, M. Competency requirement forecasting: issues for international selection and assessment. In: MABEY, C., ILES, P. (Orgs.). **Managing learning**. London: Routledge, 1994.

SPOTTL, G.. Development of “Industry 4.0” - Are Skilled Workers and Semi-Engineers the Losers? World Engineering Education Forum. STEAMEC 201, (February), 851–856. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8467033>. Acesso em: 01 jun. 2019.
TESSARINI JÚNIOR, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da Indústria 4.0 na Organização do Trabalho: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

WALLACE, E.; RIDDICK, F. Panel on Enabling Smart Manufacturing. **State College, USA**, 2013.



WHYSALL, Zara; OWTRAM, Mike; BRITTAIN, Simon. *The new talent management challenges of Industry 4.0. Journal of Management Development*. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMD-06-2018-0181>. Acesso em: 01 maio 2019.