

Dimensões do Desenvolvimento de Competências para Contextos de Trabalho na Indústria 4.0: Uma Revisão Sistemática de Literatura

Dimensions of Competence Development for Work Contexts in Industry 4.0: A Systematic Literature Review

Cristiana Lourenço Ubeda¹ 

¹Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia, Departamento de Administração, Sorocaba, SP, Brasil.

Resumo

Objetivo: Este artigo apresenta dimensões do desenvolvimento de competências para contextos de trabalho na Indústria 4.0, dado que o estudo pode impactar as organizações no enfrentamento de desafios específicos e no contínuo debate sobre o futuro do trabalho.

Método/abordagem: A pesquisa exploratória e qualitativa, utiliza o método de revisão sistemática da literatura para as publicações até o ano de 2020. A partir de protocolo pré-definido, foram selecionados 28 resultados, para serem lidos e analisados com base em seus conceitos e suas contribuições.

Contribuições teóricas/práticas/sociais: O artigo fornece insights sobre os principais indicadores de áreas de estudo, período e países envolvidos nas publicações pesquisadas. Propõem-se quatro dimensões e respectivas correlações com os artigos pesquisados, na intenção de apontar as principais perspectivas delineadas pelas publicações.

Originalidade/relevância: Dado que novos caminhos sociais apontam para a importância da transformação digital na agenda de pessoas, organizações e governos, essa pesquisa contribui por apresentar dimensões correlatas entre desenvolvimento de competências e Indústria 4.0 e por propor uma revisão bibliográfica internacional, bem como ressalta estudos com diretrizes teóricas e casos para aproveitamento no Brasil.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Competências, Trabalho, Desenvolvimento, Aprendizagem.

Abstract

Purpose: This article presents dimensions of competence development for work contexts in Industry 4.0, given that the study can impact organizations in facing specific challenges and in the ongoing debate about the future of work.

Design/methodology/approach: The exploratory and qualitative research uses the systematic literature review method for publications by the year 2020. Based on a pre-defined protocol, 28 results were selected, to be read and analyzed based on their concepts and contributions.

Research, Practical & Social implications: The article provides insights into the main indicators of areas of study, period and countries involved in the researched publications. Four dimensions are proposed and respective correlations with the researched articles, with the intention of pointing out the main perspectives outlined by the publications.

Originality/value: Given that new social paths point to the importance of digital transformation on the agenda of people, organizations and governments, this research contributes by presenting correlated dimensions between competences development and Industry 4.0 and by proposing an international bibliographical review, as well as highlighted by studies with theoretical guidelines and cases for use in Brazil.

Keywords: Industry 4.0, Competences, Work, Development, Learning.

Introdução

Desde a Feira Industrial de Hannover em 2011 e o Fórum Econômico Mundial em Davos ocorrido em 2016, são constantes as atenções sobre a Indústria 4.0, pois trata-se de um movimento disruptivo nos sistemas de gestão em proporção global (Pfeiffer, 2016), dado o uso de tecnologias inteligentes no intuito de tornar mais eficientes processos, produtos e serviços (Liboni, Cezarino, Jabbour, Oliveira, & Stefanelli, 2019).

Assim, o conceito Indústria 4.0, criado e aprimorado na Alemanha, vem direcionando estratégias para oferecer soluções personalizadas e prontas para uso, no intuito de minimizar os tempos de produção e serviço e de melhorar a competitividade nas organizações (Delgado, Romero Gázquez, Cruzado, & Melero, 2017). Como consequência, novos modos de produção e consumo estão em constante adaptação (Bertola & Teunissen, 2018), gerando impactos de várias ordens na sociedade. A princípio, o paradigma da Indústria 4.0 tinha foco apenas na “smart manufacturing” ou manufatura inteligente, imaginando a transformação da fábrica através da digitalização.

Atualmente, a Indústria 4.0, também conhecida como quarta revolução industrial ou revolução digital, força as organizações a enfrentarem desafios específicos relacionados com tecnologias, métodos, processos e competências (Adamik, 2019); bem como inspira o

contínuo debate sobre o futuro do trabalho e, consequentemente, o desenvolvimento de competências profissionais. Afinal, ao mesmo tempo em que o crescente uso de tecnologias da Indústria 4.0 potencializa o surgimento de novas técnicas e de novos hábitos de consumo; surgem novos desafios sociais e econômicos que representam riscos e oportunidades para toda a sociedade globalizada (Dregger, Niehaus, Ittermann, Hirsch-Kreinsen, & Hompel, 2016; Hirsch-Kreinsen, 2016; Roblek, Mesko, & Krapez, 2016; Strandhagen, Alfnes, Strandhagen, & Vallandingham, 2017).

Novos caminhos sociais apontam para a importância do desenvolvimento de competências profissionais na agenda de pessoas, organizações e governos. O objetivo deste artigo é investigar as dimensões do desenvolvimento de competências em contextos de trabalho para a Indústria 4.0. Para tanto, é realizada uma revisão sistemática da literatura de publicações científicas disponíveis na base Web of Science - Clarivate Analytics sobre o desenvolvimento de competências no trabalho para a Indústria 4.0, até 2020.

Afinal, entende-se que a falta de desenvolvimento de competências profissionais para a Indústria 4.0 pode impactar diretamente no crescimento econômico e sustentável dos países por inviabilizar avanços tecnológicos e criação de processos produtivos inovadores (Adamik, 2016; Cezarino, Liboni, Stefanelli, Oliveira, & Stocco, 2019; Delgado et al., 2017; Kazancoglu & Ozkan-Ozen,

2017; Kinkel, Schemmann, & Lichtner, 2017; Rindova, Ferrier, & Wiltbank, 2010); e por estimular a atualização do sistema educacional (Sathya, 2020; Spöttl & Windelband; 2020).

Consequentemente, as contribuições desta pesquisa são:

- (i) apresentar os fundamentos para entendimento da Indústria 4.0;
- (ii) destacar a importância do desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0;
- (iii) propor dimensões correlatas entre desenvolvimento de competências e Indústria 4.0;
- (iv) propor uma revisão bibliográfica internacional a fim de ressaltar estudos com diretrizes teóricas e casos para aproveitamento no Brasil.

Fundamentação teórica

A Indústria 4.0

A Indústria 4.0 traz grandes transformações na gestão das organizações; inclusive impactando nos perfis de trabalho e no desenvolvimento de competências (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2017). Afinal, ao longo da história, as revoluções industriais sempre foram desencadeadas por desenvolvimentos tecnológicos. Primeiro, usando energia a base de vapor e água; em seguida, fazendo uso de eletricidade na indústria e produzindo em massa; e, nos dias de hoje, vivenciando uma nova revolução industrial com o uso intensivo da tecnologia de informação (TI) e automação, viabilizando sistemas ciber-físicos

(Cyber Physical Systems - CPS) e internet das coisas (Internet of Things - IoT) (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014).

Os conceitos fundamentais da Indústria 4.0 baseiam-se em fábrica inteligente, sistemas físicos cibernéticos, auto-organização, novos sistemas de distribuição e adaptação de aquisições a recursos humanos, necessidades e responsabilidade social corporativa (Cezarino et al. 2019; Kolberg & Zühlke, 2015; Lasi et al., 2014; Xu, Xu & Li, 2018).

Em suma, a Indústria 4.0 apoia-se no uso de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) em todos os processos industriais, desde seus suprimentos até o produto final no mercado. Desse modo, torna-se notório que, nesse novo cenário, as empresas precisarão de profissionais com competências para o uso das principais tecnologias facilitadoras (Delgado et al. 2017).

Dregger et al. 2016 propõem o entendimento da Indústria 4.0 como um sistema sociotécnico com seus subsistemas, totalmente interdependentes, relacionados a pessoas, tecnologia e organização. A interface tecnologia e pessoas envolve dois fatores: o grau de controle das pessoas nos processos de produção e se estes são suportados por sistemas inteligentes. A interface organização e pessoas determina os perfis de trabalho e os requisitos de qualificação relacionados ao desenvolvimento de competências profissionais. Enquanto a interface tecnologia e organização envolve o nível de automação do subsistema, o

controle descentralizado dos processos inteligentes e o escopo para formas alternativas de organização.

Assim, compreender este sistema sociotécnico da Indústria 4.0 e o modo como ele está se desenvolvendo nas economias emergentes implica monitorar avanços tecnológicos, estratégias de produção e de serviço, novos padrões de consumo, bem como as consequentes mudanças culturais, sociais e profissionais envolvidas (Hopali & Vayvay, 2018) e as expectativas em relação aos profissionais (Lorenz, Rüssmann, Strack, Lasse, & Bolle, 2015).

Diante disso, para que as organizações possam encarar os desafios da Indústria 4.0, os direcionamentos estratégicos para definição de perfil profissional e desenvolvimento de competências impactam diretamente nas possibilidades para implementar processos inteligentes e automatizados, além de estimular inovações.

O conceito de Competência

Historicamente, segundo Wilcox & King (2013), o estudo conceito de competência data de 3.000 anos atrás, quando os chineses começaram a realizar testes seletivos para o serviço público, substituindo indicações de superiores em seleção de profissionais, pois eles reconheciam as diferenças nas competências individuais dos candidatos.

Desde então, os estudos sobre o tema ganham maiores destaques com White (1959) por introduzir o conceito “competence”; com McClelland (1973)

por desbravar o movimento de competência com seu estudo *Testing for Competence Rather Than for "Intelligence"*, apontando que os traços comportamentais de um indivíduo e os testes de aptidão são mais importantes para monitorar o desempenho em um determinado contexto de trabalho; e com Boyatzis (1982) ao publicar seu livro “*The Competent Manager*” definindo a competência como a característica subjacente de uma pessoa que resulta em um desempenho eficaz e / ou superior no trabalho.

Muitos estudos se sucederam e o conceito de competência foi amplamente aceito, usado e aplicado em muitas áreas e disciplinas, como ensino fundamental e médio, ensino superior, saúde, bancos, empreendedorismo e estudos organizacionais. Por causa do amplo escopo e da aceitação massiva por pesquisadores e profissionais, o termo competência se tornou popular (Salman, Ganie, & Saleem, 2020).

Neste estudo, a competência é entendida como o saber agir responsável e reconhecido, que se traduz em diferentes aspectos como: saber mobilizar, saber integrar e saber transferir recursos, conhecimentos e capacidades em um contexto profissional (Le Boterf, 2003), para viabilizar entregas em contextos de trabalho complexos, não programáveis e imprevisíveis (Zarifian, 2001).

Complementarmente, Le Boterf (2003) aponta que o desenvolvimento da competência dos profissionais depende da integração de três diferentes

esferas: (i) o sujeito em si através de sua biografia e sua socialização, (ii) a situação profissional representada pela organização do trabalho e (iii) a situação de formação profissional. O resultado dessa integração implicará no desenvolvimento de competências que se revela a partir do trabalho da pessoa e da prática de seus conhecimentos acadêmicos e profissionais.

A noção de competência, por sua vez, contempla a:

“aptidão para enfrentar um conjunto de situações análogas, mobilizando, de forma correta, rápida, pertinente e criativa, múltiplos recursos cognitivos: saberes, capacidades, microcompetências, informações, valores, atitudes [...]” (Perrenoud et al., 2002, p. 19).

Neste sentido, Salman; Ganie & Saleem (2020) apontam que a literatura de gestão de pessoas converge no entendimento de que a competência dos profissionais é fundamental para o desenvolvimento organizacional sustentável e eficaz. Enquanto Kinkel et al. (2017) destacam a importância de identificar competências críticas e, em seguida, desenvolver novas formas de aprendizagem integrada ao trabalho e troca de conhecimento para propor soluções eficientes em contextos de trabalho para a Indústria 4.0.

Desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0

Assim, no ambiente da Indústria 4.0, a interação em processos e situações complexas implica mudanças no perfil do trabalho e no desenvolvimento de competências profissionais (Dombrowski & Wagner, 2014). Os profissionais devem ser capazes de operar essas tecnologias e ter a capacidade de interagir com esta nova realidade, pois a implantação de sistemas flexíveis exige um novo conjunto de capacidades a ser desenvolvido (Kinkel et al., 2017).

De acordo com o relatório do Boston Consulting Group, aplicações inteligentes – tais como Big Data, produção e serviço assistidos por robôs, logística por veículos autônomos, simulação de produção, rede inteligente de suprimentos, manutenção preditiva, produção autônoma, entre outros – são alguns dos exemplos de novas tecnologias usadas no trabalho graças à Indústria 4.0 e que transformam completamente as expectativas em relação às competências dos profissionais (Lorenz et al., 2015).

Dada a grande variedade de tarefas em processos integrados, na Indústria 4.0 serão requeridas novas competências ainda não “aprendidas”, enquanto outras tantas se tornarão obsoletas (Gehrke, 2015), caso que pode ser observado na Figura 1.

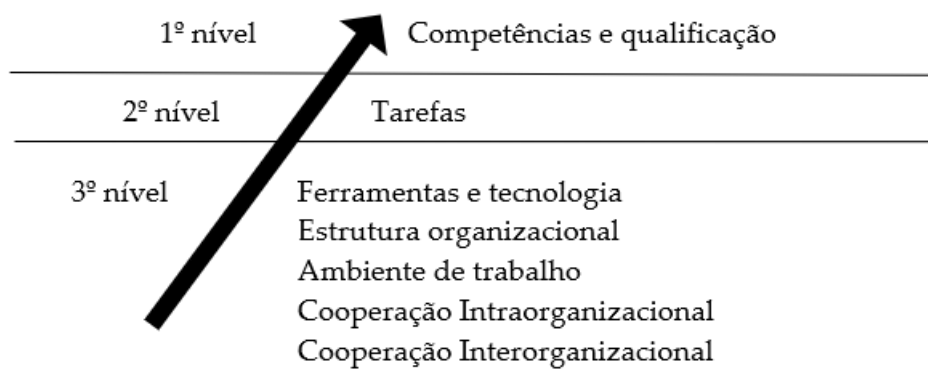


Figura 1. Expectativas para os profissionais da Indústria 4.0
Fonte: Gehrke et al. 2015

De acordo com a Figura 1, a qualificação e o desenvolvimento de competências dependem das tarefas envolvidas no trabalho e do cenário organizacional em que o trabalho é realizado. Deste modo, quanto maior a variação ou a complexidade nos processos de trabalho, mais significativa é a interação homem-máquina, bem como a importância da gestão de pessoas.

Por essa razão, a Indústria 4.0 exige competências profissionais que combinem aspectos do perfil de cada trabalho ou processo específico – por exemplo: conhecimento de TI, capacidade de interagir com interfaces modernas, confiança e segurança de dados – com aspectos comportamentais – tais como: flexibilidade e adaptação para novas funções, aprendizagem interdisciplinar contínua, cooperação interdisciplinar, capacidade de lidar com complexidade e abstração (Dombrowski & Wagner, 2014; Gehrke et al., 2015; Lorenz et al., 2015).

De acordo com Strietska-Ilina, Chun, & Aleksynska (2021), no relatório OIT – Organização Internacional do Trabalho (2021), após a pandemia, para muitos empregos e ocupações intensificaram-se a importância de qualificação (upskilling) e requalificação (reskilling) de competências para jovens, mulheres, migrantes e trabalhadores pouco qualificados, como os grupos de alto risco. Ao longo do tempo, a educação e o treinamento desempenham um papel fundamental para preparar profissionais para o mercado de trabalho e desenvolver “digital skills and competences”.

Complementarmente, no Relatório DigComp 2.2, Ferrari (2012) propõe 5 grandes áreas inter-relacionadas e norteadoras para o desenvolvimento de competências digitais: 1. Letramento de dados e informação, 2. Comunicação e colaboração, 3. Criação de conteúdo digital, 4. Segurança e 5. Resolução de problemas. As áreas 1, 2 e 3 são bastante lineares e tratam de competências que podem ser delineadas em termos de atividades e usos específicos; enquanto as

áreas 4 e 5 são mais transversais e envolvem competências para qualquer atividade desenvolvida através de meios digitais.

Afinal, o profissional letrado em tecnologia, é aquele que consegue completar atividades básicas em um computador, como processar palavras ou criar e manipular dados em planilhas e softwares (Bawden, 2001). Bem como, faz uso significativo e crítico das tecnologias na vida cotidiana e no trabalho (Janssen et al., 2013; Gisbert Cervera et al., 2011).

Metodologia

Esta pesquisa tem caráter exploratório, de modo a manter uma maior familiaridade com o objetivo proposto, bem como aprimorar ideias sobre um assunto emergente e ainda com poucas discussões (Gil, 2002). Para tanto, propõe-se um estudo de revisão de literatura, de forma a fornecer uma visão geral abrangente de referenciais teóricos relacionados a um tema e sintetizar estudos anteriores para fortalecer bases do conhecimento (Paul & Criado, 2020), na intenção de aprofundar o entendimento sobre a problemática estudada.

As revisões de literatura contribuem significativamente para o desenvolvimento conceitual, metodológico e temático de diferentes campos (Hulland & Houston, 2020); além disso, fornecem uma série de discussões críticas

sobre um tema específico de pesquisa ao integrar a literatura existente e identificar lacunas de conhecimento (Marabelli & Newell, 2014).

Assim sendo, buscam-se as principais publicações científicas disponíveis na base coleção principal do portal Web of Science - Clarivate Analytics, por ser um dos bancos de dados mais difundidos em diferentes campos científicos, frequentemente usado para pesquisar os periódicos ativos na cobertura atual e relevante (Chadegani et al., 2009). O levantamento foi realizado em 29 Abril de 2021 e, para analisar um cenário delimitado, optou-se pelo recorte temporal para todos os artigos publicados até 2020, por contemplar todos os artigos publicados ao longo do último ano completo da busca.

Para tanto, o método de pesquisa utilizado é a revisão sistemática – RSL pois propõe um processo de pesquisa sistemática, transparente e reproduzível. Como aponta Tranfield, Denyer, & Smart (2003), a RSL é utilizada no intuito de (i) aumentar a base de conhecimento sobre o tema estudado, (ii) de gerenciar a diversidade de conhecimentos para uma investigação acadêmica específica e (iii) de direcionar a formulação de reflexões e agendas futuras. Especificamente, o Quadro 1 detalha as etapas no percurso metodológico da RSL realizadas na pesquisa.

Etapas RSL	Detalhamentos
1 Definição da pergunta de pesquisa	Identificação dos principais estudos propostos com relação à indústria 4.0, trabalho e competências até 2020
2 Estratégia de busca	Acesso ao portal <i>web of science - clarivate analytics</i> Data: 29/04/2021
3 Validação das palavras-chave a serem pesquisadas nos artigos	Palavras-chave: (<i>industry 4.0</i>) and (<i>work</i>) and (<i>competenc*</i>) Período: (<i>todos os anos</i>) Resultados: 170 registros
4 Critérios de exclusão	Palavras-chave: (<i>industry 4.0</i>) and (<i>work</i>) and (<i>competenc*</i>) Período: (<i>excluindo 2021</i>) Resultados: 160 registros
5 Seleção de artigos para leitura e sumarização	palavras-chave: (<i>industry 4.0</i>) and (<i>work</i>) and (<i>competenc*</i>) Período: (<i>todos até 2020</i>). Área de pesquisa: (<i>management or education educational research or industrial relations labor or ergonomics or communication or business or social sciences interdisciplinary or education scientific disciplines</i>) Tipos de documento: (<i>article</i>) Idioma: (<i>english</i>) Resultados: 28 registros
6 Estratégia de extração de informação	Acesso a informações básicas como dados bibliográficos, ano de publicação, citações e tipo de artigo.
7 Avaliação da qualidade das evidências	Codificação dos 28 artigos para serem lidos e analisados com base em seus conceitos e suas contribuições
8 Sumarização dos resultados	Análises qualitativas e quantitativas das publicações para a formulação de categorias de análise.
9 Redação dos resultados	Conclusão e sugestões de pesquisas futuras

Quadro 1. Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Assim, neste estudo, a partir da busca no Web of Science por categorias pré-definidas sobre o objetivo de pesquisa, foram selecionados 28 resultados, para serem lidos e analisados com base em seus conceitos e suas contribuições. Por fim, conduz-se a análise mais detalhada das publicações para a for-

mulação de categorias de análise: dimensões, desafios e perspectivas, com a intenção de refletir sobre as relações específicas destas categorias com o desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0.

Análise dos resultados

Revisão sistemática de literatura

A revisão sistemática de literatura (RSL), conforme definição de critérios específicos de busca na base Web of Science sobre o desenvolvimento de competências no trabalho para a Indústria 4.0 até o ano de 2020, aponta para 28 publicações concentradas em revistas da área de Educação majoritariamente, seguida pela área de gestão e negócios, conforme o Quadro 2. O número de publicações vem aumentando consideravelmente a partir de 2018; e comparativamente com os 5 anos anteriores, o número de publicações com esta temática dispara em 2020.

O país com maior número de publicações é a Alemanha, acompanhado por outros países da Europa, Oceania e Ásia. A categoria Outros Países apresenta poucos registros; a América Latina tem uma contribuição pouco significativa, e o Brasil tem apenas uma publicação na área (conforme o recorte que se realizou neste artigo). Percebe-se, então, uma grande lacuna de estudos para países emergentes.

Diante dos resultados, a Alemanha não só propôs a nova revolução digital, como vem encabeçando os estudos e as reflexões sobre a Indústria 4.0, tal como apontado por Pfeiffer (2016). Entende-se que o tema apresenta perspectivas para novas pesquisas, pois ainda há muitas reflexões e práticas a serem desenvolvidas para entender tanto o novo contexto da Indústria 4.0 quanto as práticas educacionais relacionadas ao desenvolvimento de competências profissionais. Provavelmente, o número de publicações e registros de pesquisas neste tema irão crescer ainda mais a partir de 2021. No Quadro 3, os 28 artigos estão detalhados e enumerados.

Com base no Quadro 2, os artigos com maior número de citações são os de códigos 24, 27, 10, 26 e 19, nesta ordem respectivamente. Esses artigos têm em comum o estudo (i) de modelos ou taxonomia de competências; (ii) de processos seletivos direcionados para novos perfis profissionais; e (iii) de disparadores para incrementos nos sistemas de Educação para formação e qualificação de pessoas para a Indústria 4.0, tanto em relação ao conteúdo do trabalho quanto à metodologia de ensino.

Categorias Web of Science	Descrição dos resultados	Registros	% De 28
Áreas de pesquisa	<i>Education Educational Research</i>	10	35.714 %
	<i>Management</i>	6	21.428 %
	<i>Business</i>	3	10.714 %
	<i>Management; Social Sciences, Interdisciplinary</i>	1	3.571 %
	<i>Industrial Relations & Labor; Management</i>	2	7.143 %
	<i>Engineering, Industrial; Ergonomics & Manufacturing; Management</i>	3	10.714 %
	<i>Computer Science, Interdisciplinary Applications; Information Science & Library Science; Management</i>	1	3.571 %
	<i>Education, Scientific Disciplines</i>	1	3.571 %
	<i>Communication</i>	1	3.571 %
Ano	2020	15	53.571 %
	2019	6	21.429 %
	2018	4	14.286 %
	2017	1	3.571 %
	2016	2	7.143 %
Países/Regiões	Alemanha	5	17.857 %
	Austrália	3	10.714 %
	Inglaterra	2	7.143 %
	Índia	2	7.143 %
	Itália	2	7.143 %
	Malásia	2	7.143 %
	Nova Zelândia	2	7.143 %
	Rússia	2	7.143 %
	Brasil	1	3.571 %
	Outros países	7	25.0%

Quadro 2. Análise das publicações científicas buscadas em *Web of Science*

Fonte: Elaboração própria.

N	Título	Autores	Fonte	Ano	Citações	Tipo de Artigo
1.	Using an industry-aligned capabilities framework to effectively assess student performance in non-accredited work-integrated learning contexts	Jackson, D; Riebe, L; Meek, S; Ogilvie, M; Kuilboer, A; Murphy, L; Collins, N; Lynch, K; Brock, M	Teaching In Higher Education	2020 (Article publication date)	0	Teórico - empírico
2.	The 4th industrial revolution - its impact on vocational skills	Spottl, G; Windelband, L	Journal Of Education And Work	2020 (Article publication date)	0	Teórico - empírico
3.	Implications of emerging technologies on the future of work	Jain, A; Ranjan, S	Iimb Management Review	2020	0	Empírico
4.	Competencies of quality professionals in the era of industry 4.0: a case study of electronics manufacturer from Malaysia	Kannan, KSPN; Garad, A	International Journal Of Quality & Reliability Management	2020 (Article publication date)	1	Teórico - empírico
5.	Peculiarities of Engineering Thinking Formation Using 3D Technology	Bushmeleva, NA; Isupova, NI; Mamaeva, EA; Kharunzheva, EV	European Journal Of Contemporary Education	2020	0	Teórico - empírico
6.	Competency Gap in the Labor Market: Evidence from Vietnam	Le, QTT; Doan, THD; Nguyen, QLHTT; Nguyen, DTP	Journal Of Asian Finance Economics And Business	2020	4	Teórico - empírico
7.	Exploring technology attitudes and personal-cultural orientations as student readiness factors for digitalised work	Blayone, TJB; Mykhailenko, O; Usca, S; Abuze, A; Romanets, I; Oleksiiv, M	Higher Education Skills And Work-Based Learning	2020	1	Teórico - empírico
8.	Robot will take your job: Innovation for an era of artificial intelligence	Rampersad, G	Journal Of Business Research	2020	3	Teórico - empírico

Quadro 3. Artigos selecionados para análise na revisão sistemática de literatura.

Fonte: Elaboração própria.

N	Título	Autores	Fonte	Ano	Citações	Tipo de Artigo
9.	Industry 4.0 in systems thinking: From a narrow to a broad spectrum	Oliveira, BG; Liboni, LB; Cezarino, LO; Stefanelli, NO; Miura, IK	Systems Research And Behavioral Science	2020	3	Teórico
10.	Manager competency assessment model in the conditions of industry 4.0	Dzwigol, H; Dzwigol-Barosz, M; Miskiewicz, R; Kwilinski, A	Entrepreneurship And Sustainability Issues	2020	12	Teórico-Modelagem
11.	Eclectic 4.0: the new learning model for business schools	Sathya, S	Higher Education Skills And Work-Based Learning	2020	1	Teórico – empírico
12.	Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0	Flores, E.; Xu, X; Lu, YQ	Journal Of Manufacturing Technology Management	2020	5	Teórico
13.	Conceptual Key Competency Mode for Smart Factories in Production Processes	Jerman, A; Bertoncelj, A; Dominici, G; Pejic Bach, M; Trnavceic, A	Organizacija	2020	2	Teórico - empírico
14.	Flipped classroom and digitization: an inductive study on the learning framework for 21st century skill acquisition	Bishnoi, MM	Journal For Educators Teachers And Trainers	2020	0	Teórico - empírico
15.	Indonesian Vocational Engagement (I-VOCATIE): A New Concept in Improving Teacher Competencies 4.0	Sasmoko; Noerlina; Indrianti, Y; Abd Wahid, NH	Journal Of Technical Education And Training	2020	0	Teórico - empírico
16.	Future-ready project and facility management graduates in Singapore for industry 4.0 Transforming mindsets and competencies	Low, SP; Gao, S; Ng, EWL	Engineering Construction And Architectural Management	2019	2	Teórico - empírico

Quadro 3. Artigos selecionados para análise na revisão sistemática de literatura (continuação).

Fonte: Elaboração própria.

N	Título	Autores	Fonte	Ano	Citações	Tipo de Artigo
17.	Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for Working 4.0?	Terkowsky, C; Frye, S; May, D	European Journal Of Education	2019	1	Teórico - empírico
18.	Industry 4.0: Whose Revolution? The Digitalization of Manufacturing Work Processes	Thun, S; Kamsvag, PF; Klove, B; Seim, EA; Torvatn, HY	Nordic Journal Of Working Life Studies	2019	1	Teórico - empírico
19.	Modeling workers' behavior: A human factors taxonomy and a fuzzy analysis in the case of industrial accidents	Longo, F; Nicoletti, L; Padovano, A	International Journal Of Industrial Ergonomics	2019	8	Teórico-Modelagem
20.	Arranging Student Scientific Research as an Educational Technology: The Experience of Regional Universities of Russia	Bazhenov, RI	Education Research International	2019	0	Teórico - empírico
21.	Does religiosity matter in the era of industrial revolution 4.0?	Adnan, AAZ; Yunus, NKY; Ghouri, AM	Asian Academy Of Management Journal	2019	2	Teórico - empírico
22.	University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0	Kusmin, KL; Tammets, K; Ley, T	Interaction Design And Architectures	2018	1	Teórico - empírico
23.	Semantic matching of job seeker to vacancy: a bidirectional approach	Chala, SA; Ansari, F; Fathi, M; Tijdens, K	International Journal Of Manpower	2018	3	Teórico - empírico

Quadro 3. Artigos selecionados para análise na revisão sistemática de literatura (continuação).

Fonte: Elaboração própria.

24.	Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL	Kazancoglu, Y; Ozkan-Ozen, YD	Journal Of Enterprise Information Management	2018	29	Teórico - empírico
N	Título	Autores	Fonte	Ano	Citações	Tipo de Artigo
25.	Smart services for enhancing personal competence in Industrie 4.0 digital factory	Sun, JN; Gao, ML; Wang, QF; Jiang, MJ; Zhang, X; Schmitt, R	Logforum	2018	3	Teórico - empírico
26.	Work and Organization in a Digital Industrial Context	Johansson, J; Abrahamsson, L; Kareborn, BB; Falholm, Y; Grane, C; Wykowska, A	Management Revue	2017	8	Teórico
27.	Digital Transformation of Engineering Education Empirical Insights from Virtual Worlds and Human-Robot-Collaboration	Richert, A; Shehadeh, M; Willicks, F; Jeschke, S	International Journal Of Engineering Pedagogy	2016	19	Teórico - empírico
28.	Translators as Adaptive Experts in a Flat World: From Globalization 1.0 to Globalization 4.0?	Raido, VE	International Journal Of Communication	2016	6	Teórico

Quadro 3. Artigos selecionados para análise na revisão sistemática de literatura (continuação).

Fonte: Elaboração própria.

Dimensões do desenvolvimento de competências e Indústria 4.0

Após a leitura de todos os 28 artigos, apresentam-se reflexões sobre o desenvolvimento de competências profissionais para a Indústria 4.0 a partir da codificação temática para a formulação das seguintes categorias de análise: dimensão, desafio e perspectivas. Tais categorias estão definidas para guiar a

análise. Assim, a categoria dimensão refere-se às relações com campos de estudo; a categoria desafio direciona para as relações com problemáticas e lacunas de pesquisas; e a categoria perspectivas engloba ações ou aspectos norteadores de destaques nas publicações.

Tendo em vista os apontamentos mencionados, as discussões são conduzidas nas seções seguintes, com base em

4 dimensões – políticas públicas educacionais, ensino e aprendizagem, gestão de pessoas e mapeamento de competências – e respectivas correlações com os artigos pesquisados.

Dimensão: políticas públicas educacionais

Na dimensão de políticas públicas educacionais (Quadro 4), vale destacar

o quão importante é conjugar o desenvolvimento humano com o desenvolvimento tecnológico, afinal, os dispositivos inteligentes e digitais estão cada vez mais integrados ao ambiente de trabalho, criando novos modelos de negócios e de organizações (Dombrowski & Wagner, 2014; Johansson et al., 2017; Kopacek, 2018; Lee, Kao & Yang, 2015).

Dimensão	Desafio	Perspectivas	Artigos
Políticas Públicas Educacionais	Diretrizes para formar e preparar profissionais para o mercado de trabalho no contexto da Indústria 4.0	Os empregos são transformados pelo impacto social e técnico da indústria 4.0.	2, 8, 9, 14, 16, 17
		Foco na qualificação profissional correlata às dimensões sociais de grandes mudanças.	7, 14, 20, 22
		Importância estratégica do setor da educação para o desenvolvimento industrial e a geração de emprego.	2, 4, 6, 9, 16, 18, 24, 27, 28
		Profundo impacto na agenda das políticas e estratégias de educação.	2, 7, 8, 14, 17
		Construção de uma visão integrativa e sistêmica para propor caminhos estratégicos.	3, 8, 9, 17, 22
		O baixo nível de comunicação entre os atores públicos e privados pode tornar-se um gargalo.	9
		Os programas estratégicos de desenvolvimento socioeconômico da região precisam direcionar a preparação do sistema educacional.	2, 9, 22
		A importância da inclusão digital dos cidadãos para a qualificação profissional.	1, 8, 18
		Cuidar da segurança de dados organizacionais e profissionais.	18
		Preocupação com o desenvolvimento econômico sustentável, focado em uma indústria mais verde.	18
		Atenção para a lacuna entre as grandes empresas de manufatura e as PMEs, a qual pode aumentar potencialmente devido à digitalização e à Indústria 4.0.	18

Quadro 4. A dimensão de políticas públicas e suas relações categorizadas.

Fonte: Elaboração própria.

A consolidação da Indústria 4.0 impactará diretamente na empregabilidade dos profissionais e no perigo da precarização do trabalho, gerando um efeito direto nas demandas para ajustes de instituições governamentais, educacionais e de mercado. À medida que surgem novas tecnologias, também é esperado que o perfil de trabalho das pessoas mude, sendo necessárias novas competências para materializar os processos ágeis desse novo contexto (Low et al. 2019, Sun et al. 2018) e para apoiar o desenvolvimento econômico sustentável (Oliveira, Liboni, Cezarino, Stefanelli, & Miura, 2020).

Dimensão: ensino e aprendizagem

Na dimensão ensino e aprendizagem (Quadro 5), destaca-se que a educação e o ensino superior, em particular, envolvem direcionamentos estratégicos e sistêmicos muito importantes para qualquer país (Alfita, Kadiyono, Nguyen, Firdaus, & Wekke, 2019; Oliveira et al., 2020). Quando voltado para o desenvolvimento de competências, o ensino inclui objetivos de aprendizagem explícitos, mensuráveis e transferíveis que capacitam os estudantes (Jackson et al., 2020).

Dimensão	Desafio	Perspectivas	Artigos
Ensino e Aprendizagem	Formação de estudantes e qualificação para o mercado de trabalho no ambiente sociotécnico emergente da Indústria 4.0	Alinhar as demandas do mercado de trabalho com a formação de estudantes de graduação.	2, 6, 8, 10, 13, 14, 8, 19, 20
		Desenvolvimento curricular baseado em novos processos de trabalho com maior interação entre pessoa e tecnologia.	1, 2, 7, 14, 17, 20, 22
		Implementação de ensino e pesquisa interdisciplinar com foco nos desafios da transformação digital.	7, 8, 14, 15, 20
		Uso de plataformas de aprendizagem <i>online</i> de alta qualidade e facilidade de acesso.	9, 12, 14, 17
		Rever padrões de avaliação de aprendizagem.	1, 14, 20, 22
		Uso de metodologias ativas de aprendizagem.	11, 14, 22
		Uso de aprendizagem integrada ao trabalho.	1, 4, 8, 17, 22
		Uso da metodologia “sala de aula invertida”, pois oferece uma convergência de entre uso de TDICs com aprendizado colaborativo.	14
		Aplicação de TDICs em ambientes acadêmicos para o desenvolvimento de colaboração e trabalho em equipe de estudantes.	5, 7, 9, 12, 14
		Tornar a graduação em Administração mais relevante, é necessário atualizar o conteúdo multidisciplinar do currículo das escolas de negócios (<i>B-School</i>).	11

Quadro 5. A dimensão de ensino e aprendizagem e suas relações categorizadas.

Fonte: Elaboração própria.

Para a Indústria 4.0, ressalta-se ainda a necessidade de que os estudantes sejam preparados digitalmente, sejam resilientes, adaptáveis, colaborativos e capazes de se comunicar com outras pessoas de diversas origens virtuais e configurações face a face (Jackson et al., 2020; Flores, Xu, & Lu, 2020; Le, Doan, Nguyen, & Nguyen, 2020).

Contudo, mesmo com o entendimento de que a Indústria 4.0 impacta de modo substancial no ensino e aprendizagem, comparativamente ainda há pouca atenção dada às implicações atuais e potenciais para os processos-chave da educação e da formação (Spöttl & Windelband; 2020).

Dimensão	Desafio	Perspectivas	Artigos
Gestão de pessoas	A Indústria 4.0 está redefinindo o perfil e as relações de trabalho	Definir com maior clareza os perfis das vagas.	6, 8, 11, 13, 16, 18, 22, 23, 24, 26, 27, 28
		Adaptar os processos seletivos para a transformação digital.	19, 23, 24
		Flexibilidade para adaptar novas funções e ambientes de trabalho.	2, 9
		O perfil de trabalho digitalizado impõe novas demandas aos ingressantes no mercado de trabalho.	7, 8, 9, 20, 22
		Ajustes em perfis de trabalho, tarefas e protocolos de tomada de decisão em todos os setores do mercado.	7, 9, 10, 18
		Capacitação para lidar com complexidade e resolução de problemas.	16, 19, 23, 24
		Enfatizar o envolvimento dos empregados melhora significativamente seus desempenhos.	18, 21
		Respeito aos valores e às crenças como fator importante para o equilíbrio entre vida pessoal e profissional e para impacto nos resultados do trabalho.	21
		Atentar para impactos negativos nos salários dos empregados não qualificados.	3
		Definição de papéis e capacitação dos gestores.	2, 10, 18
		Atualizar critérios de avaliação de aprendizagem e de levantamento de <i>gaps</i> de desenvolvimento.	2, 6, 13, 14, 19, 22
		Evitar más condições de segurança ocupacional e precarização do trabalho.	3, 22

Quadro 6. A dimensão de gestão de pessoas e suas relações categorizadas.

Fonte: Elaboração própria.

Dimensão: gestão de pessoas

Na dimensão de gestão de pessoas (Quadro 6), o perfil de trabalho 4.0 direciona a definição de competências e qualificação necessárias para a divulgação de vagas ofertadas, muitas vezes,

O pensamento analítico e a abordagem sistêmica são os principais tópicos para novos critérios de seleção de profissionais, considerando competências e qualificações, por vagas que enfatizam flexibilidade e trabalho interdisciplinar em estruturas matriciais de organização que seguem as tendências do setor 4.0, como codificação, segurança de TI e interfaces homem-máquina (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018).

Dessa forma, o contexto sociotécnico da Indústria 4.0 também poderia propiciar impactos positivos para melhorar a vida das pessoas, buscando oferecer oportunidades para a realização de ações inclusivas e projetos sustentáveis (Johansson et al., 2017). Com um ambiente de trabalho mais equilibrado na distribuição de vagas independente de gênero, idade, raça ou nacionalidade, com o intuito de reforçar a cultura de diversidade de ideias e de competências determinante para os processos ágeis e criativos.

Entende-se então que este contexto pode propiciar aos profissionais maior liberdade para decidir como e onde trabalhar; mas também pode resultar em ausências das fronteiras entre trabalho e vida privada e em demandas por mais disponibilidade para o trabalho, talvez 24 horas por dia, sete dias por semana. Dessa forma, este perfil de trabalho 4.0

em plataformas digitais. Sem a percepção clara deste perfil, podem ocorrer muitas inconsistências entre os interesses dos candidatos à vaga e os empregos disponíveis na área de trabalho selecionada (Chala et.al, 2018).

mais diversificado e com mais possibilidades impacta diretamente no stress e na saúde mental das pessoas (Johansson et al., 2017) e, por isso, há que se considerar os impactos negativos da precarização do trabalho.

Dimensão: mapeamento de competências

Na dimensão de competências (Quadro 7), em direção a soluções integradas ao trabalho para a Indústria 4.0, apontam-se bases para capacidades cognitivas e práticas, bem como para aspectos sociais e comportamentais envolvidos em contextos de trabalho. Em decorrência disso, surge o desafio de identificar as competências necessárias a cada contexto, no intuito de propor prontamente o desenvolvimento das mesmas (Kinkel et al. 2017; Plumans et al., 2017).

Neste sentido, alguns autores propõem a categorização de competências importantes (Grzybowska & Łupicka, 2017; Hecklau et al., 2016; Hertle, 2017; Kazangolu & Ozkan-Ozen, 2017). Em geral, a categorização envolve competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais. Sendo esperadas competências como solução de problemas complexos, flexibilidade, liderança, comunicação, capacidade analítica, interdis-

ciplinaridade, entre outras, para os profissionais se adaptarem às novas funções no ambiente de trabalho (Hecklau et al., 2017).

Em suma, conforme Figura 2, as 4 dimensões apresentadas – políticas pú-

blicas educacionais, ensino e aprendizagem, gestão de pessoas e mapeamento de competências – são resultantes da análise de conceitos e estudos propostos nos 28 artigos.

Dimensão	Desafio	Perspectivas	Artigos
Competências	Identificar as competências importantes para o mercado de trabalho 4.0	Definir e detalhar uma taxonomia de competências.	4, 8, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 24
		Desenvolvimento de competências de colaboração e comunicação.	1, 2, 4, 9
		Direcionamento para comportamentos resilientes e adaptáveis.	1
		Pensamento crítico e solução de problemas foram percebidos como as maiores lacunas de desenvolvimento.	6, 8, 10, 14, 18, 19
		Incentivar o pensamento analítico e a abordagem sistêmica no trabalho e na gestão.	4, 9, 11, 24
		Dado a Covid-19, as políticas de distanciamento social exigem que estudantes e profissionais dependam cada vez mais da comunicação mediada digitalmente.	7
		O uso de TDICs e a adaptação para manter a continuidade do desenvolvimento de competências.	14

Quadro 7. A dimensão de competências e suas relações categorizadas.

Fonte: Elaboração própria.

Em uma perspectiva sistêmica, todas estas dimensões são trabalhadas nos seus campos de estudo e de atuação, mas também direcionam a importância da integração entre todas elas para o desenvolvimento de competências em contextos de trabalho, sobretudo para a Indústria 4.0. Complementarmente, este estudo também propõe uma perspectiva integrada entre as dimensões, conforme Figura 2.

Para o desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0, faz-se necessário estruturar políticas públicas educacionais apoiadas no entendimento do cenário do mercado de trabalho para direcionar práticas de ensino e aprendizagem baseadas em tecnologias e metodologia ativa de ensino, no intuito de evitar as inconsistências entre as necessidades do mercado de trabalho com a qualificação dos profissionais.

Neste sentido, a gestão de pessoas também contribui para amenizar estas inconsistências ao redefinir o perfil de trabalho 4.0 com a definição clara de competências necessárias aos postos de trabalho, uma vez que alinha melhor interesses dos profissionais com a rotina

de trabalho. Para isso, o mapeamento de competências não só aponta as competências importantes para o mercado de trabalho 4.0 como pode identificar as lacunas de desenvolvimento para incrementar o desempenho dos profissionais e os resultados organizacionais.



Figura 2. Dimensões do desenvolvimento de competências na Indústria 4.0

Fonte: Elaboração própria.

Considerações Finais

Este artigo apresenta as dimensões do desenvolvimento de competências para contextos de trabalho na Indústria 4.0. A partir da revisão sistemática da literatura de publicações científicas disponíveis na base Web of Science - Clarivate Analytics até 2020. Para tanto, 28 artigos foram analisados, codificados e

categorizados na intenção de buscar relações específicas sobre a temática pesquisada.

Como resultados, destacam-se 2 pontos centrais: (i) a Alemanha figurando como o país com maior número de publicações, confirmando seu pioneirismo em lançar o conceito Indústria 4.0 e protagonizar estudos científicos e estratégias para propor diretrizes para

manufatura e gestão; e (ii) a concentração do maior número de publicações centrada nos últimos 5 anos, apontando para novas possibilidades de estudos, dado que a temática ainda demanda maior entendimento histórico, aplicado e empírico.

Complementarmente, o artigo propõe reflexões guiadas por dimensões de análise, com intuito de apontar as principais perspectivas delineadas pelas publicações e correlacionadas com a temática do estudo. Deste modo, salienta-se que na dimensão de políticas públicas educacionais, vale destacar o quanto importante é conjugar o desenvolvimento humano com o desenvolvimento tecnológico; na dimensão ensino e aprendizagem, ressalta-se a educação como um direcionador estratégico e sistêmico muito importante para qualquer país.

Enquanto na dimensão de gestão de pessoas, o perfil de trabalho 4.0 direciona a definição de competências, necessárias para processos seletivos e qualificações, muitas vezes, em plataformas digitais. Assim como na dimensão de mapeamento de competências, o desafio está em identificar as competências necessárias a cada contexto de trabalho, em geral, buscando tipologias e/ou taxonomias para desenvolvimento profissional.

Dentre os 28 artigos analisados, 15 artigos foram publicados no ano de 2020. Assim, o artigo indica que os pesquisadores passaram a perceber a relevância de estudar esta temática recente-

mente, talvez pela necessidade de pensar a formação profissional a partir das lacunas de competências identificadas em contextos de trabalho de transformação digital e uso de inteligência artificial, proporcionados pela Indústria 4.0. Ademais, pensar as dimensões envolvidas no desenvolvimento de competências profissionais torna-se imprescindível diante da integração de diferentes tecnologias em processos industriais e da busca por resultados de equipes de trabalho remotas em contextos de transformação digital.

Como limitação da pesquisa, este estudo ao se propor a analisar em profundidade os 28 artigos escolhidos apenas na base Web of Science, não realizou a busca por mais estudos disponíveis em outras bases, como o Scopus.

Por fim, para estudos futuros, este artigo aponta lacunas para pesquisas empíricas e no cenário Brasil sobre (i) o ajuste entre o perfil do trabalho para a Indústria 4.0; (ii) a importância de colocar as pessoas como ponto central nas mudanças da Indústria 4.0; e (iii) o mapeamento das principais competências para a Indústria 4.0.

Referências

- Adamik, A. (2019). Creating a Competitive Advantage in the Age of Industry 4.0. *Management Issues*, 17, 2(82), 13 –31.
- Adnan, A. A. Z., Yunus, N. K. Y., & Ghouri, A. M. (2019). Does Religiosity Matter in The Era of Industrial Revolution 4.0?. *Asian Academy of Management Journal*, 24, 67-77.

- Alfita, L., Kadiyono, A. L., Nguyen, P. T., Firdaus, W., & Wekke, I. S. (2019). Educating the External Conditions in the Educational and Cultural Environment. *International Journal of Higher Education*, 8(8), 34-38.
- Bardin, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BAWDEN, D. Information and digital literacies: a review of concepts. *Journal of Documentation*, 57(2), 218-259.
- Bazhenov, R. I. (2019). Arranging Student Scientific Research as an Educational Technology: The Experience of Regional Universities of Russia. *Education Research International*, 2019.
- Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). Fashion 4.0. Innovating fashion industry through digital transformation. *Research Journal of Textile and Apparel*. 22(4), 352-369.
- Bishnoi, M. M. (2020). Flipped classroom and digitization: an inductive study on the learning framework for 21st century skill acquisition. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 11(1), 30-45.
- Blayone, T. J., Mykhailenko, O., Usca, S., Abuze, A., Romanets, I., & Oleksiiv, M. (2020). Exploring technology attitudes and personal-cultural orientations as student readiness factors for digitalised work. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*.
- Boston Consulting Group (BCG) (2015). The robotic revolution: the next great leap in manufacturing. *Report*. September 1-27. Recuperado de www.bcg.com/publications/2015/lean-manufacturing-innovation-robotics-revolutionnext-great-leap-manufacturing.aspx.
- Boyatzis, R.E. (1982). *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Bushmeleva, N. A., Isupova, N. I., Mamaeva, E. A., & Kharunzheva, E. V. (2020). Peculiarities of Engineering Thinking Formation Using 3D Technology. *European Journal of Contemporary Education*, 9(3), 529-545.
- Cezarino, L., Liboni, L., Oliveira, S. N., Oliveira, B. & Stocco, L. (2019). Diving into emerging economies bottleneck: Industry 4.0 and implications for circular economy. *Management Decision*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Md Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ale Ebrahim, N. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of science and scopus databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18-26.
- Chala, S., Ansari, F., Fathi, M., & Tijdens, K. (2018). Semantic matching of job seeker to vacancy: a bidirectional approach, *International Journal of Manpower*, 39(8), 1047-1063.
- Delgado, M., Romero Gázquez, J., Cruzado, G., & Melero, F. (2017, november). Gaps between skills required by

Industry 4.0 and academic programs focused on ICTs: a case study of Computer Science degrees in a Spanish University. *10th annual International Conference of Education, Research and Innovation*. Sevilla, 2017.

Dombrowski, U., & Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *Procedia CIRP*, 17, 100-105.

Dregger, J., Niehaus, J., Ittermann, P., Hirsch-Kreinsen, H., & Hompel, M. (2016). The digitization of manufacturing and its societal challenges: a framework for the future of industrial labor. *IEEE International Symposium on Ethics in Engineering, Science and Technology (ETHICS)*. Vancouver, BC, 2016, 1-3.

Dzwigol, H., Dzwigol-Barosz, M., Miśkiewicz, R., & Kwilinski, A. (2020). Manager competency assessment model in the conditions of industry 4.0. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(4), 2630.

Ferrari, A. (2012). *Digital competence in practice: An analysis of frameworks*. Sevilla: JRC IPTS, doi: 10.2791/82116.

Flores, E., Xu, X., & Lu, Y. (2020). Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*.

Gehrke, L. Kühn, A.T. Rule, D. Moore, P. Bellmann, C., & Siemes, S. (2015). A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective. Düsseldorf. Recuperado de

<https://www.vdi.de/ueberuns/presse/publikationen/details/industry-40-a-discussion-of-qualifications-and-skills-in-the-factory-of-the-future-a-german-and-american-perspective>.

Gil, A. C. (2002). *Projetos de Pesquisa: Como Elaborar*. São Paulo: Atlas.

Gisbert Cervera, M., Espuny Vidal, C. & González Martínez, J. (2011). INCOTIC. Una herramienta para la @utoevaluación diagnóstica de la competencia digital en la universidad. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, Vol. 15 No. 1, pp. 75- 90.

Grzybowska, K., & Łupicka, A. (2017). Key Managerial competencies for Industry 4.0. *Economics & Management Innovations (EMI)*, 250–253.

Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohlb, H. (2016) Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia 6th CIRP*. 54, 1-6.

Hecklau, F., Orth, R., Kidschun, F., & Kohl, H. (2017). Human resources management: meta-Study - Analysis of future competences in Industry 4.0. In *Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organizational Learning ECMLG*. Recuperado de <https://ezp.lib.unimelb.edu.au/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=126894453&site=eds-live&scope=site>.

Hertle, C., Jokovicb, B., Weberc, C., Tischa, M., Königb, C., Meißnera, A., Ardeltd, T., Bruderb, R., Metternicha, J., & Tenbergc, R. (2017). Innovative approaches for technical, methodological, and sociocommunicative competency development in production areas. *Procedia Manufacturing*, 9, 299-306.

Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal of Labour Market*, 49, 1-14.

Hopali, E., & Vayvay, O. (2018). Internet of Things (IoT) and its Challenges for Usability in Developing Countries. *International Journal of Innovation Engineering and Science Research*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322714582_Internet_of_Things_IoT_and_its_Challenges_for_Usability_in_Developing_Countries.

Hulland, J., & Houston, M. B. (2020). Why systematic review papers and meta-analyses matter: An introduction to the special issue on generalizations in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48, 351-359.

Jackson, D., Riebe, L., Meek, S., Ogilvie, M., Kuilboer, A., Murphy, L., Collins, N., Lynch, K., & Brock, M. (2020). Using an industry-aligned capabilities framework to effectively assess student performance in non-accredited work-integrated learning contexts. *Teaching in Higher Education*, 1-20.

Jain, A., & Ranjan, S. (2020). Implications of emerging technologies on the future of work. *IIMB Management Review*.

Janssen, J., Stoyanov, S., Ferrari, A., Punie, Y., Pannekeet, K., & Sloep, P. (2013). Experts' views on digital competence: Commonalities and differences. *Computers & Education*, Vol. 68, pp. 473-481.

Jerman, A., Bertoneclj, A., Dominici, G., Pejić Bach, M., & Trnavčević, A. (2020). Conceptual key competency model for smart factories in production processes. *Organizacija*, 53(1).

Johansson, J., Abrahamsson, L., Kåreborn, B.B., Fältholm, Y., Grane, C., & Wykowska, A. (2017). Work and organization in a digital industrial context. *Management Revue*, 28(3), 281-297.

Kannan, K. S. P., & Garad, A. (2020). Competencies of quality professionals in the era of industry 4.0: a case study of electronics manufacturer from Malaysia. *International Journal of Quality & Reliability Management*.

Kazancoglu, Y., & Ozkan-Ozen, Y. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), 891-907.

Kinkel, S., Schemmann, B., & Lichtner, R. (2017). Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions. *Procedia Manufacturing*, 9, 323 - 330.

- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-Papers Online*, 48 (3), 1870-1875.
- Kopacek, P. (2018). Development Trends in Cost Oriented Production Automation. *IFAC-Papers OnLine*, 51 (30), 39-43.
- Kusmin, K. L., Tammets, K., & Ley, T. (2018). University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0. *IxD&A*, 38, 28-45.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6 (4), 239-242.
- Le Boterf, G. (2003). *Desenvolvendo a competência dos profissionais*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- Le, Q. T. T., Doan, T. H. D., Nguyen, Q. L. H. T. T., & Nguyen, D. T. P. (2020). Competency gap in the labor market: Evidence from Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics, and Business*, 7(9), 697-706.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3(jan), 18-23.
- Liboni, L., Cezarino, L., Jabbour, C., Oliveira, B., & Stefanelli, N. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. *Supply Chain Management*, 24(1), 124-146.
- Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2019). Modeling workers' behavior: A human factors taxonomy and a fuzzy analysis in the case of industrial accidents. *International journal of industrial ergonomics*, 69, 29-47.
- Lorenz, M., Rüssmann, M., Strack, R., Lasse Lueth, K., & Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? *Consulting Group*, Boston, MA, September, available at: http://image-src.bcg.com/Images/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm9-61676.pdf.
- Low, S., Gao, S., & Ng, E. (2019). Future-ready project and facility management graduates in Singapore for industry 4.0: Transforming mindsets and competencies. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.
- Marabelli, M., & Newell, S. (2014). Knowing, power and materiality: A critical review and reconceptualization of absorptive capacity. *International Journal of Management Reviews*, 16(4), 479-499.
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence." *American psychologist*, 28(1), 1.
- Oliveira, B. G., Liboni, L. B., Cezarino, L. O., Stefanelli, N. O., & Miura, I. K. (2020). Industry 4.0 in systems thinking: From a narrow to a broad spectrum. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 593-606.

- Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?. *International Business Review*, 29(4), 101717.
- Pfeiffer, S. (2016). Robots, Industry 4.0 and humans, or why assembly work is more than routine work, *Societies*, 6 (2) p. 16.
- Plumanns, L., Printz, S., Vossen, R., & Jeschke, S. (2017, December). Strategic management of personnel development in the Industry 4.0. In *14th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning - ICICKM*, 179-187. Recuperado de <http://publications.rwth-aachen.de/record/721589?ln=en>.
- Raído, V. E. (2016). Translations| Translators as Adaptive Experts in a Flat World: From Globalization 1.0 to Globalization 4.0?. *International Journal of Communication*, 10, 19.
- Rampersad, G. (2020). Robot will take your job: Innovation for an era of artificial intelligence. *Journal of Business Research*, 116, 68-74.
- Richert, A., Shehadeh, M., Willicks, F., & Jeschke, S. (2016). Digital transformation of engineering education-empirical insights from virtual worlds and human-robot-collaboration.
- Rindova V., Ferrier, W.J., & Wiltbank, R. (2010). Value from Gestalt: How Sequences of Competitive Actions Create Advantage for Firms in Nascent Markets. *Strategic Management Journal*. 31(13), 1474-1497.
- Roblek, V., Mesko, M., & Krapez, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*. April-June. 1-11.
- Salman, M., Ganie, S. A., & Saleem, I. (2020). The concept of competence: a thematic review and discussion. *European Journal of Training and Development*. 44(6/7), 717-742.
- Sasmoko, Noerlina, Idrianti, Y., & Abd Wahid, N. H. (2020). Indonesian Vocational Engagement (I-VOCATIE): A New Concept in Improving Teacher Competencies 4.0. *Journal of Technical Education and Training*, 12(3), 97-105.
- Sathya, S. (2020). ECLECTIC 4.0: the new learning model for business schools. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*.
- Spöttl, G., & Windelband, L. (2020). The 4th industrial revolution-its impact on vocational skills. *Journal of Education and Work*, 1-24.
- Strandhagen, J.W., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Vallandingham, L. R. (2017). The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study. *Advances in Manufacturing*. 4, 1-16.
- Sun J.N., Gao, M, Wang, Q. F., Jiang, M. J., Zhang, X., & Schmitt, R. (2018). Smart services for enhancing personal competence in industrie 4.0 digital factory . *Logforum*. 14(1), 5.
- Strietska-Ilina, O, Chun, H-K, Aleksynska, M, Kriechel, B, Kofol, C, Dull, N & Vetter, T (eds) 2021. *Changing demand for skills in digital economies and societies*:

literature review and case studies from low- and middle-income countries, ILO, Geneva, viewed 04 Nov 2022.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.

Terkowsky, C., Frye, S., & May, D. (2019). Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for "Working 4.0"? *European Journal of Education*, 54(4), 577-590.

White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: the concept of competence. *Psychological review*, 66(5), 297.

Wilcox, Y., & King, J. (2014). A professional grounding and history of the development and formal use of evaluator competencies. *Canadian Journal of Program Evaluation*, 28(3).

World Economic Forum (WEF). (2016). *The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. January. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends, *International Journal of Production Research*. 56(8), 2941-2962.

Zarifian, P. *Objetivo competência: por uma nova lógica*. São Paulo: Atlas, 2001.

Cristina Lourenço Ubada (cristina-ubeda@ufscar.br)* trabalhou como pesquisadora na coleta dos dados, construção do artigo, análise e discussão dos resultados, como também nos ajustes solicitados pelos pareceristas.

*Autor-correspondente.

Data de Submissão: 26/10/2022 Data de Aprovação: 02/06/2023.

Editor-Chefe: André Luiz Maranhão de Souza-Leão.

Editor Adjunto: Bruno Melo Moura.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY NC 4.0). Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. Texto da licença: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.pt_BR.