



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Conhecimento e Aprendizado como impulsionadores da competitividade para a Indústria 4.0: análise bibliométrica

Knowledge and Learning as drivers of competitiveness for Industry 4.0: a bibliometric analysis

DIEGO AUGUSTUS SENNA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

JUREMA SUELY DE ARAÚJO NERY RIBEIRO
UNIVERSIDADE FUMEC

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Conhecimento e Aprendizado como impulsionadores da competitividade para a Indústria 4.0: análise bibliométrica

Objetivo do estudo

Este artigo busca determinar como o relacionamento entre os construtos Aprendizado, Conhecimento e Indústria 4.0 vem sendo feito na literatura, ao analisar a distribuição das publicações conforme categorias definidas, as principais metodologias adotadas e os países de origem.

Relevância/originalidade

O conhecimento e o aprendizado são fundamentais para a estruturação dos pilares da Indústria 4.0 e há poucos estudos de caráter bibliográfico e bibliométrico voltados ao tema.

Metodologia/abordagem

Adotou-se metodologia bibliográfica e bibliométrica baseada em identificação, categorização e quantificação através do software Microsoft Excel, sendo inferências qualitativas também realizadas a partir dos dados obtidos.

Principais resultados

Os resultados apontam que a relação entre os construtos em pesquisas é recente e que a maior parte dos estudos envolve preparação acadêmica, sendo a junção entre o conhecimento humano e o de máquinas predominante naqueles voltados ao setor empresarial. Estudos teóricos constituem maioria e há concentração de publicações em países de economia mais desenvolvida.

Contribuições teóricas/metodológicas

Há amplo potencial para desenvolvimento de novos estudos. Técnicas bibliométricas podem ser novamente aplicadas para atualização e expansão dos resultados.

Contribuições sociais/para a gestão

Conclui-se que a modificação do perfil da força de trabalho é inevitável e que a gestão do conhecimento ocupa papel cada vez mais central na Quarta Revolução Industrial, sendo oportunidade de obtenção de vantagem competitiva, ao mesmo tempo em que há avanço da ergonomia digital das condições de trabalho.

Palavras-chave: Aprendizado, Bibliometria, Categorização, Conhecimento, Indústria 4.0



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Knowledge and Learning as drivers of competitiveness for Industry 4.0: a bibliometric analysis

Study purpose

This article seeks to determine how the relationship between the Learning, Knowledge and Industry 4.0 constructs has been made in literature, analyzing the distribution of publications according to defined categories, the main methodologies adopted and the countries of origin.

Relevance / originality

Knowledge and learning are fundamental for structuring the pillars of Industry 4.0 and there are few studies of bibliographic and bibliometric character focused on the theme.

Methodology / approach

A bibliographic and bibliometric methodology was adopted based on identification, categorization and quantification using Microsoft Excel software, and qualitative inferences were also made from the data obtained.

Main results

The results indicate that the relationship between the constructs in research is recent and that most studies involve academic preparation, with the junction between human and machine knowledge predominating in those aimed at the business sector. Theoretical studies constitute majority and there is a concentration of publications in countries with a more developed economy.

Theoretical / methodological contributions

There is ample potential for developing new studies. Bibliometric techniques can be applied again to update and expand the results.

Social / management contributions

It is concluded that the modification of the workforce profile is inevitable and that knowledge management plays an increasingly central role in the Fourth Industrial Revolution, being an opportunity to obtain a competitive advantage, at the same time as the digital ergonomics of work conditions advance.

Keywords: Learning, Bibliometrics, Categorization, Knowledge, Industry 4.0



1 Introdução

A Quarta Revolução Industrial, também denominada Indústria 4.0, Manufatura Avançada ou Fábricas Inteligentes, teve início na primeira década do século XXI, sendo reconhecida pela digitalização da produção, que possibilitou a personalização da fabricação em massa. É caracterizada pelo uso de internet móvel, sensores menores e mais poderosos e inteligência artificial, introduzindo mudanças profundas nas formas de produção e consumo e desencadeando o desenvolvimento de novos modelos de negócios (Finance, 2015; Freire, Tosta, Helou Filho & Silva, 2017; Schwab, 2016).

A Indústria 4.0 possibilita não apenas coletar e analisar informações entre máquinas e fornecer respostas mais rápidas e flexíveis, mas também a aplicação de processos mais eficientes, capazes de produzir itens de alta qualidade a custo reduzido. Todos esses componentes levarão, conseqüentemente, ao aumento da produtividade e do crescimento industrial e, considerando a colaboração cada vez maior entre seres humanos e máquinas, à inevitável modificação do perfil da força de trabalho. Logo, justifica-se a necessidade de acompanhar as rápidas mudanças para direcionar ações preventivas e corretivas.

Estudar a gestão do conhecimento e a aprendizagem organizacional é, portanto, fundamental para o sucesso competitivo das organizações participantes da Quarta Revolução Industrial. Este trabalho busca, por meio de análise bibliométrica, determinar como o assunto tem sido abordado na literatura, considerando temas de destaque, anos de publicação, metodologias utilizadas e países de origem.

Diante do exposto, foram definidos um objetivo geral e três objetivos específicos. Busca-se determinar como o relacionamento entre os construtos Indústria 4.0, Aprendizado e Conhecimento tem ocorrido nos estudos publicados. Especificamente, objetiva-se analisar a distribuição das publicações conforme categorias definidas, identificar as principais metodologias adotadas e verificar se existe concentração de publicações em alguns países.

O presente trabalho encontra-se organizado em cinco seções, incluída esta introdução. A seção 2 é composta pelo referencial teórico, onde são analisados os três construtos selecionados para a pesquisa. A metodologia é apresentada na seção 3, sendo os resultados demonstrados e discutidos na seção 4. Por fim, na seção 5 são realizadas algumas considerações finais.

2 Referencial teórico

O referencial teórico encontra-se dividido nas seções referentes à Indústria 4.0 (2.1), ao conhecimento (2.2) e ao aprendizado (2.3).

2.1 Indústria 4.0

O contexto da Indústria 4.0 gera questionamentos a respeito da importância do trabalhador humano ao longo do tempo. Schwab (2016), em seus estudos, ressaltou que no futuro o talento das forças de trabalho se sobressairá ao capital, representando fator crítico de produção. Davenport e Prusak (1998) e Teixeira Filho (2000) reforçam a colocação, considerando que a verdadeira vantagem competitiva está na capacidade e na velocidade do aprendizado das pessoas nas organizações. Pode-se considerar um contexto de democratização das tecnologias, no qual o avanço tecnológico resulta em redução de custos para a aquisição de equipamentos antes considerados inacessíveis por diversas empresas. Sendo as tecnologias cada vez mais comuns, o conhecimento humano torna-se diferencial mais evidente, essencial para o desenvolvimento de fábricas inteligentes (Stocker, Brandl, Michalczuk & Rosenberger, 2014).



O ambiente produtivo cada vez mais digitalizado é também cada vez mais dependente de mão de obra qualificada e conectada para a colaboração ativa com os diversos equipamentos, que demandam conhecimentos específicos para a operação e manutenção. Neste contexto surgem as redes para aprendizagem on-line, a exigência de conhecimentos técnicos e tecnológicos mais sofisticados e de nível superior, programas de desenvolvimento humano para a inovação (geração de ideias, colaboração, compartilhamento, coprodução), avanço da gestão do conhecimento e do capital intelectual, necessidade de desenvolvimento de novas competências dos trabalhadores e novas profissões (Aires, Kempner-Moreira & Freire, 2017).

Portanto, os trabalhadores podem ter benefícios, devido à ergonomia digital das condições de trabalho: isso significa fluxo mais rápido de conhecimento na fábrica, melhoria na experiência de trabalho e menor complexidade das tarefas operativas.

2.2 Conhecimento

A consolidação de conhecimento adequado atuou sempre como uma das maiores barreiras para o sucesso das empresas. Na Indústria 4.0, torna-se elemento ainda mais crítico, vez que sua ausência pode facilmente inviabilizar a implementação de tecnologias (Chong et al., 2018; Hariharasudan & Kot, 2018). Estudos apontam a falta de conhecimento maduro, compreensivo e alinhado às tendências de mercado como a fonte mais comum de falhas na transformação digital (Ansari, Glawar & Nemeth, 2019; Küsters, Praß & Gloy, 2017).

O fluxo mais rápido de conhecimento, requerido pela Indústria 4.0, ocorre pela adoção da Gestão do Conhecimento (GC) e tem emergido como necessidade para todas as organizações que desejam melhorar seus resultados e serem mais competitivas, vez que o valor competitivo está neste ativo intangível tão disponível e, ao mesmo tempo, tão almejado para a competitividade (Dalkir, 2015; Nonaka, Von Krogh & Voelpel, 2006; Oliva, 2014; Ribeiro, 2019; Wiig, 1997).

O compartilhamento do conhecimento apresenta-se, também, como item de fundamental importância, vez que promove o desenvolvimento de habilidades da equipe, elevando-se o potencial de capital intelectual para ganhar competitividade no mercado, conectando não apenas os funcionários internos à companhia, mas também diversos atores envolvidos ao longo da cadeia de suprimentos (Kaasinen *et al.*, 2019; Kinkel, Schemmann & Lichtner, 2017; Stachová, Papula, Stacho & Kohnová, 2019).

2.3 Aprendizado

Com relação ao aprendizado, a temática pode ser analisada nas esferas humana e artificial ou na junção de ambas. A participação de máquinas capazes de tomar decisões por conta própria é central na manufatura inteligente, mas o trabalhador humano continua sendo o elemento de maior flexibilidade no ambiente produtivo, com necessidade de qualificação ininterrupta (Gorecky, Khamis & Mura, 2017).

É indiscutível que a Quarta Revolução Industrial exigirá habilidades de trabalho diferentes e mais específicas (Barbieri, Ciabusch, Fratocchi & Vignoli, 2017). Muitas dessas habilidades envolverão, inevitavelmente, a junção entre o aprendizado humano e o de máquinas. Embora a Indústria 4.0 seja frequentemente relacionada ao desenvolvimento tecnológico, ligado à produção gerenciada por computadores, seu potencial reside verdadeiramente na interação com trabalhadores humanos.

O pensamento da aprendizagem organizacional desenvolveu-se ao longo do tempo e muitas perspectivas surgiram. Chiva e Alegre (2005) identificam duas perspectivas, a saber: o individual e a social.



Chiva (2004) explica que a perspectiva individual considera a aprendizagem como fenômeno individual e, conseqüentemente, entende que as organizações aprendem através de indivíduos que aprendem (Senge, 1990). A perspectiva social, no entanto, considera a aprendizagem como fenômeno social e, como tal, entende que as organizações aprendem através de comunidades e grupos (Lave; Wenger, 1991).

Os avanços na área mostram que as organizações e as pessoas nelas inseridas precisam aprender constantemente, facilitando a aprendizagem para todos os membros da empresa, os quais, por sua vez, transformam continuamente a companhia através de seus serviços, produtos e inovações que emergem do processo de aprendizagem (Kumpikaite, 2008).

3 Metodologia

Nos meses de junho e julho de 2019, realizou-se pesquisa de artigos científicos (*articles*) que relacionassem a Indústria 4.0, o conhecimento e o aprendizado, sem restrições de ano de publicação ou idioma, seguindo os protocolos dispostos no Quadro 1.

Protocolo	Descrição
Quadro conceitual	Gerenciamento e atualização do conhecimento e aprendizagem, nos meios industrial e acadêmico, considerando o contexto da Indústria 4.0 e a interface humano-máquina.
Justificativa	A sobrevivência de empresas e universidades depende de sua capacidade de atualização de conhecimentos para a Indústria 4.0, sendo o aprendizado de máquina parte integrante do saber. Objetiva-se definir o estado da arte do gerenciamento de conhecimento e meios de aprendizagem, tendo em vista a rápida evolução tecnológica que vem sendo propiciada pela 4ª Revolução Industrial.
Descritores pesquisados	Considerando título, palavras-chave ou resumo, a busca foi restrita às seguintes expressões: “ <i>Industry 4.0</i> ” AND “ <i>Learning</i> ” AND “ <i>Knowledge</i> ”.
Fontes de pesquisa	<i>Ebsco, Scielo, Scopus, Spell.</i>

Quadro 1. Protocolos de pesquisa

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Apenas as plataformas Scopus e Scielo retornaram resultados. Na plataforma Scopus, foram encontrados 39 estudos, sendo um desconsiderado por falta de aderência ao tema. A plataforma Scielo retornou apenas um resultado, descartado por já estar presente na amostra encontrada na Scopus.

Para cada artigo foram extraídas as principais temáticas, sendo atribuída uma das categorias apresentadas no Quadro 2.

Categoria	Descrição
Aprendizado Humano	Artigos com foco no gerenciamento de conhecimento e modelos de aprendizagem para os recursos humanos no ambiente de trabalho.
Aprendizado de Máquina	Estudos voltados ao aprendizado de máquina, abrangendo tecnologias e sistemas relacionados à automatização e ao conhecimento não humano no ambiente de trabalho.
Aprendizado Humano-Máquina	Pesquisas que discutem tanto o conhecimento humano quanto o de máquina, especificando relações entre ambos no ambiente de trabalho.
Preparação Acadêmica	Artigos voltados ao sistema educacional ou ambiente de pesquisa, principalmente universitário, especificando inovações relacionadas ao contexto da Indústria 4.0.

Quadro 2. Categorias Consideradas

Fonte: elaborado pelos autores (2020).



Os 38 artigos selecionados foram categorizados através da elaboração de planilha no *software* Microsoft Excel, considerando título, autores, palavras-chave, ano de publicação, países de origem e de estudo, abordagem (quantitativa, qualitativa ou mista), metodologia e área estudada. Por fim, inferências qualitativas foram realizadas com embasamento nos dados processados.

4 Análise dos resultados

Os trabalhos encontrados estão apresentados no Quadro 3.

Nº	Ano	Autor	Título
1	2014	Stocker, A., Brandl, P., Michalczuk, R., Rosenberger, M.	Human-centred ICT tools for smart factories
2	2016	Synnes, E.L., Welo, T.	Bridging the Gap between High and Low-volume Production through Enhancement of Integrative Capabilities
3	2017	Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., Retat, S.	Learning Factory: The Path to Industry 4.0
4	2017	ElMaraghy, H., Moussa, M., ElMaraghy, W., Abbas, M.	Integrated Product / System Design and Planning for New Product Family in a Changeable Learning Factory
5	2017	Gorecky, D., Khamis, M., Mura, K.	Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future
6	2017	Hold, P., Erol, S., Reisinger, G., Sihm, W.	Planning and Evaluation of Digital Assistance Systems
7	2017	Kamp, B., Ochoa, A., Diaz, J.	Smart servitization within the context of industrial user-supplier relationships: contingencies according to a machine tool manufacturer
8	2017	Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., Ramsauer, C.	Transition towards an Industry 4.0 State of the LeanLab at Graz University of Technology
9	2017	Kinkel, S., Schemmann, B., Lichtner, R.	Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions
10	2017	Küsters, D., Praß, N., Gloy, Y.-S.	Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany's Textile Industry for the Digital Future
11	2017	Madsen, O., Møller, C.	The AAU Smart Production Laboratory for Teaching and Research in Emerging Digital Manufacturing Technologies
12	2017	Reuter, M., Oberc, H., Wannöffel, M., Kreimeier, D., Klippert, J., Pawlicki, P., Kuhlenkötter, B.	Learning Factories' Trainings as an Enabler of Proactive Workers' Participation Regarding Industry 4.0
13	2017	Shamim, S., Cang, S., Yu, H., Li, Y.	Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice
14	2017	Thalmann, S., Pammer-Schindler, V., Fessl, A., Weghofer, F.	Learning 4.0: Addressing challenges for employees successfully
15	2017	Uhlemann, T.H.-J., Schock, C., Lehmann, C., Freiburger, S., Steinhilper, R.	The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems
16	2017	Vila, C., Ugarte, D., Ríos, J., Abellán, J.V.	Project-based collaborative engineering learning to develop Industry 4.0 skills within a PLM framework
17	2017	Yakovle, V.V., Khasanov, M.M., Sitnikov, A.N., Prokofiev, D.O., Pustovskikh, A.A., Margarit, A.S., Simonov, M.V., Perets, D.S.	The direction of cognitive technologies development in the Upstream Division of Gazprom Neft Company
18	2017	Zeidler, F., Bayhan, H., Venkatapathy, A.K.R., Hompel, M.T.	Reference field for research and development of novel hybrid forms of human machine interaction in logistics



19	2018	Ansari, F., Khobreh, M., Seidenberg, U., Sihni, W.	A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems
20	2018	Barbieri, P., Ciabuschi, F., Fratocchi, L., Vignoli, M.	What do we know about manufacturing reshoring?
21	2018	Chong, S., Pan, G.-T., Chin, J., Show, P.L., Yang, T.C.K., Huang, C.-M.	Integration of 3D Printing and Industry 4.0 into Engineering Teaching
22	2018	Gitelman, L.D., Kozhevnikov, M.V.	Paradigm of Managerial Education for a Technological Breakthrough in the Economy
23	2018	Guo, Q., Miyamae, Y., Wang, Z., Taniuchi, K., Yang, H., Liu, Y.	Senvis-Net: Learning from imbalanced machinery data by transferring visual element detectors
24	2018	Hariharasudan, A., Kot, S.	A Scoping Review on Digital English and Education 4.0 for Industry 4.0
25	2018	Lenz, J., Wuest, T., Westkämper, E.	Holistic approach to machine tool data analytics
26	2018	Morozov, D., Lezoche, M., Panetto, H.	Multi-paradigm modelling of Cyber-Physical Systems
27	2018	Sá Carvalho, E.S. de, Filho, N.F.D.	Proposal for a mobile learning system focusing on the characteristics and applications practical of industry 4.0
28	2019	Ansari, F., Glawar, R., Nemeth, T.	PriMa: a prescriptive maintenance model for cyber-physical production systems
29	2019	Chou, P.-N., Feng, S.-T.	Using a tablet computer application to advance high school students' laboratory learning experiences: A focus on electrical engineering education
30	2019	Diez-Olivan, A., Del Ser, J., Galar, D., Sierra, B.	Data fusion and machine learning for industrial prognosis: Trends and perspectives towards Industry 4.0
31	2019	Ghani, E.K., Muhammad, K.	Industry 4.0: Employers' expectations of accounting graduates and its implications on teaching and learning practices
32	2019	Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Öztürk, C., Aromaa, S., Boubekeur, M., Heilala, J., Heikkilä, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petäjälä, E., Walter, T.	Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions
33	2019	Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A.	Emergency preparedness in industrial plants: A forward-looking solution based on industry 4.0 enabling technologies
34	2019	Lu, Y., Xie, R., Liang, S.Y.	Bearing fault diagnosis with nonlinear adaptive dictionary learning
35	2019	Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., Kohnová, L.	External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges
36	2019	Siddoo, V., Sawattawee, J., Janchai, W., Thinnukool, O.	An exploratory study of digital workforce competency in Thailand
37	2019	Szalavetz, A.	Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries
38	2019	Tavcar, J., Horvath, I.	A review of the principles of designing smart cyber-physical systems for run-time adaptation: Learned lessons and open issues

Quadro 3. Identificação dos Trabalhos Encontrados

Fonte: elaborado pelos autores (2020)

Visando interpretar os impactos da Indústria 4.0 nas relações de trabalho e identificar categorias de estudo, é necessário compreender os pilares da Indústria 4.0, bem como seus construtos de suporte - conhecimento e aprendizado - apresentados na Figura 1.

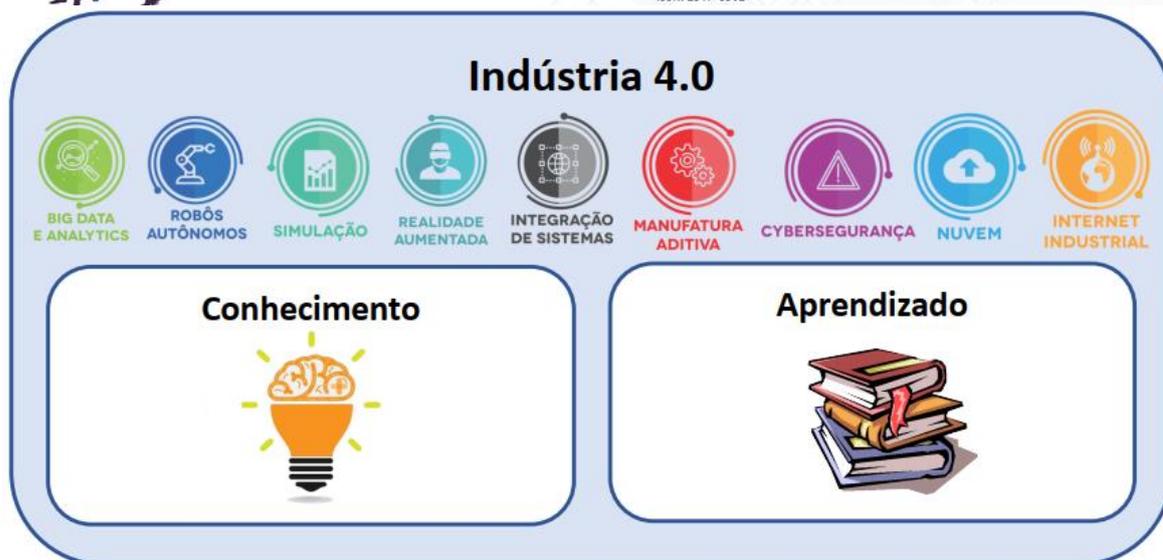


Figura 1. Pilares e construtos de suporte da Indústria 4.0.

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Pode-se observar, a partir da análise da Figura 1, que todas as técnicas relacionadas à Quarta Revolução Industrial dependem diretamente de conhecimentos específicos, sendo necessária a constante qualificação dos colaboradores, dada a velocidade das mudanças. A aplicação de técnicas de Big Data e simulação, por exemplo, é diretamente dependente de profissionais de estatística e programação que devem estudar o mercado para determinar o tipo de conhecimento a ser buscado, quais algoritmos podem ser aplicados e, principalmente, se os resultados apresentam significados relevantes para as organizações.

Robôs autônomos e a integração de sistemas, por sua vez, dependem de profundo acompanhamento das tecnologias e linguagens de programação mais recentes, vez que pequenas atualizações podem resultar em ganhos de eficiência e manutenção da vantagem competitiva. A cybersegurança, a utilização da nuvem e a Internet Industrial estão enquadradas no mesmo contexto, ocorrendo diferenciação pela questão da segurança, essencial para as empresas modernas e a sociedade como um todo. Por fim, a realidade aumentada e a Manufatura Aditiva estão diretamente relacionadas à transição de uma relação de cooperação para colaboração ativa entre funcionários e máquinas, constantemente conectados.

Justifica-se, portanto, a divisão da gestão do conhecimento para a Indústria 4.0 nas quatro categorias apresentadas, algo confirmado através da leitura dos artigos. Alguns estudos são direcionados apenas à parcela técnica, ao tratar de assuntos como algoritmos para aplicação em inteligência artificial e manutenção preditiva, formando a categoria de Aprendizado de Máquina. Outros tratam apenas do aprendizado e da consolidação de conhecimento humano dentro das empresas, por exemplo, ao tratar de novas técnicas de gamificação e *serious games*, e constituem a categoria Aprendizado Humano.

Considerando a crescente dependência entre os mundos real e virtual, é natural que ambas as temáticas sejam trabalhadas em conjunto em inúmeros estudos, formando a categoria de Aprendizado Humano-Máquina, que contém artigos que tratam de assuntos como a implementação de tecnologias de realidade aumentada e os impactos nas atividades laborais ao operar os equipamentos. Por fim, considerando a grande demanda por aprendizado diferenciado e atualizado, o setor educacional, abrangendo escolas, cursos técnicos e profissionalizantes e universidades, constitui a categoria de Preparação Acadêmica, que trata de assuntos como a utilização de fábricas de aprendizado como meio de realizar melhor treinamento de futuros profissionais.



No contexto da Indústria 4.0, pode-se dizer que a gestão do conhecimento assume a “finalidade de criar um ambiente de aprendizagem contínuo para que a gestão das competências seja uma realidade. Isso não significa que para gerir competência é preciso gerir conhecimento, mas a gestão do conhecimento cria o ambiente psicológico propício para tal” (Ribeiro, Soares, Jurza & Ziviani, 2016, p. 10).

A distribuição de publicações por categorias, considerando as temáticas indicadas no Quadro 2, está disposta na Tabela 1.

Tabela 1:

Distribuição das publicações conforme categorias

Categoria	Número de publicações	Porcentagem	Porcentagem acumulada
Preparação Acadêmica	17	44,8%	44,8%
Aprendizado Humano-Máquina	10	26,3%	71,1%
Aprendizado de Máquina	7	18,4%	89,5%
Aprendizado Humano	4	10,5%	100,0%

Nota. Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A análise da Tabela 1 indica que publicações voltadas ao setor educacional, com ênfase na preparação acadêmica para o mercado de trabalho, são dominantes, representando 44,8% do total, o que demonstra a grande importância do tema. No setor industrial, predominam artigos que abordam o aprendizado Humano-Máquina, que representam 26,3% da amostra, o que reforça a interdependência entre o conhecimento humano e o não humano. Juntas, as duas categorias correspondem a 71,1% do total. A Tabela 2 apresenta a distribuição de publicações por ano, conforme a metodologia utilizada.

Tabela 2:

Distribuição das publicações por ano, conforme a metodologia utilizada

Metodologia	2014	2016	2017	2018	2019	Total	%	% Ac.
Proposta de modelo e estudo de caso	-	-	7	3	4	14	36,8	36,8
Proposta de modelo	1	-	6	3	1	11	28,9	65,8
Proposta de modelo e pesquisa qualitativa	-	-	1	-	-	1	2,6	68,4
Pesquisa qualitativa	-	-	-	1	5	6	15,8	84,2
Bibliometria	-	-	-	2	1	3	7,9	92,1
Estudo de caso	-	1	2	-	-	3	7,9	100,0
Total	1	1	16	9	11	38	100,0	100,0

Nota. Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Os dados dispostos na Tabela 2 indicam que prevalecem as metodologias baseadas em propostas de modelos para aplicação dos conceitos da Indústria 4.0, que envolvem aquelas baseadas em modelagem e estudo de caso (36,8% do total), unicamente modelagem (28,9% do total) e modelagem e pesquisa qualitativa (2,6% do total). Juntas, essas metodologias representam 68,4% do total. Quanto ao ano de publicação, apenas dois artigos foram lançados antes de 2017, sendo o mais antigo do ano de 2014.

Conclui-se, portanto, que a relação entre os construtos pesquisados é recente. O destaque da formulação de novos modelos é relacionado à contemporaneidade do assunto, pois há amplo espaço para descobertas, e investimentos realizados por países em centros de pesquisa tendem a potencializar a elaboração de novas aplicações como forma de ganhar vantagem competitiva internacional. A reduzida proporção de pesquisas qualitativas e estudos de casos reforça a atualidade do tema, vez que aplicações práticas não são, ainda, amplamente difundidas. A pequena quantidade de estudos bibliométricos encontrados, três, também indica comprovação da hipótese, pois há, ainda, pouca produção científica para promover esse tipo de metodologia.



A relação de países associados às publicações é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3:

Distribuição das publicações conforme países de origem

Países	Número de publicações	Porcentagem	Porcentagem Acumulada
Alemanha	7	18,4%	18,4%
Áustria	6	15,8%	34,2%
Espanha	3	7,9%	42,1%
Itália, Malásia e Rússia	2	5,3%	58,0%
Brasil, Canadá, China, Colômbia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Estados Unidos, Finlândia, França, Hungria, Índia, Noruega, Reino Unido, Tailândia e Taiwan	1	2,6%	100,0%

Nota. Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Identifica-se, a partir da análise da Tabela 3, que seis países concentram quase 60% das publicações, com destaque para a Alemanha, que representa 18,4% do total, a Áustria, que concentra 15,8%, e a Espanha, com 7,9% do total. Dentre os demais países, apenas Itália, Malásia e Rússia contam com mais de uma publicação. Os dados indicam que a grande maioria das publicações está associada às maiores economias do mundo, países do Norte, sendo a representatividade de países do Sul, como o Brasil, muito pequena. Comprova-se, portanto, que há concentração de publicações, o que indica a grande distância de competitividade industrial entre países do Norte e países do Sul.

O conceito da Indústria 4.0 surgiu na Alemanha e é esperado que o País tenha destaque, principalmente ao considerar os investimentos feitos pelo governo em centros de pesquisa. O mesmo cenário se aplica à Áustria, que está geograficamente próxima da Alemanha e compartilha aspectos culturais e industriais. Por fim, a baixa representatividade de países como Estados Unidos e China pode estar relacionada ao uso de diferentes termos, sendo menos comum a adoção da expressão “Indústria 4.0”, o que dificulta a localização de pesquisas associadas utilizando-se os construtos deste trabalho.

5 Considerações Finais

Conclui-se que os objetivos do estudo foram atingidos, tendo em vista que os resultados decorrentes da análise dos dados permitiram realizar inferências relevantes para compreender como a temática do conhecimento e do aprendizado, no contexto da Indústria 4.0, tem sido abordada na literatura. De forma geral, conclui-se que o relacionamento entre os construtos é recente e ainda há muito a avançar.

Com relação ao primeiro objetivo específico, a maior parte dos estudos envolve preparação acadêmica e, considerando aqueles direcionados às empresas, há predomínio da junção entre o conhecimento humano e de máquinas. Com relação ao segundo, a maioria das publicações é teórica e propõe modelos e técnicas para a adoção de um ou mais pilares da Quarta Revolução Industrial. Por fim, conclui-se que há concentração de publicações em poucos países, atingindo-se o último objetivo.

Há inclinação ao aumento do número de pesquisas relacionadas ao assunto, embora a concentração em torno de países com economias mais desenvolvidas seja tendência difícil de ser alterada em curto prazo. O distanciamento tende a aumentar conforme houver consolidação de maior número de redes de pesquisa dedicadas.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Cabe aos governos de países do Sul, assim como às empresas sediadas nesses locais, a difícil tarefa de concentrar esforços em torno do investimento em universidades e centros de pesquisa, visando evitar que a distância em relação aos países do Norte seja cada vez mais ampliada, cabendo ressaltar que considerável parcela dos negócios e profissionais sequer tem ciência dos impactos da Indústria 4.0.

As limitações associadas ao estudo estão relacionadas à própria contemporaneidade do tema, tendo em vista que o pequeno número de artigos publicados dificulta a realização de inferências com maior grau de confiança. Além disso, a pesquisa pode ser expandida considerando outras plataformas científicas e variações regionais e linguísticas do construto Indústria 4.0.

Referências

Aires, R. W. do A., Kempner-Moreira, F. K., & Freire, P. de S. (2017, setembro). Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (CIKI)*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 7.

Ansari, F., Glawar, R., & Nemeth, T. (2019). PriMa: a prescriptive maintenance model for cyber-physical production systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(4-5), 482-503.

Ansari, F., Khobreh, M., Seidenberg, U., & Sihn, W. (2018). A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 22, 91-106.

Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, & J., Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73-80.

Barbieri, P., Ciabuschi, F., Fratocchi, L., & Vignoli, M. (2018). What do we know about manufacturing reshoring? *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 11(1), 79-122.

Chiva, R., & Alegre, J. (2005). Aprendizagem organizacional e conhecimento organizacional: para a integração de duas abordagens. *Aprendizagem em gestão*, 36(1), 49-68.

Chiva-Gómez, R. (2004). The facilitating factors for organizational learning in the ceramic sector. *Human Resource Development International*, 7(2), 233-249.

Chong, S., Pan, G.-T., Chin, J., Show, P.L., Yang, T.C.K., & Huang, C.-M. (2018). Integration of 3D printing and industry 4.0 into engineering teaching. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11).

Chou, P.-N., & Feng, S.-T. (2019). Using a tablet computer application to advance high school students' laboratory learning experiences: A focus on electrical engineering education. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2).

Dalkir, K. (2013). *Knowledge management in theory and practice*. Routledge.

Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Conhecimento empresarial: como as empresas gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus.



Diez-Olivan, A., Del Ser, J., Galar, D., & Sierra, B. (2019). Data fusion and machine learning for industrial prognosis: Trends and perspectives towards Industry 4.0. *Information Fusion*, 50, 92-111.

ElMaraghy, H., Moussa, M., ElMaraghy, W., & Abbas, M. (2017). Integrated Product / System Design and Planning for New Product Family in a Changeable Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 9, 65-72.

Finance, Audit Tax Consulting Corporate. (2015). Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Finance, Audit Tax Consulting Corporate: Zurich, Swiss*, 2015. Acessado em 8 de agosto de 2019, de <https://bit.ly/33ujbI3>.

Freire, P. de S., Tosta, K. C. B. T., Helou Filho, E. A., & Silva, G. G. da. (2012). Memória organizacional e seu papel na gestão do conhecimento. *Revista de Ciências da Administração*, 14(33), 41-51.

Ghani, E. K., & Muhammad, K. (2019). Industry 4.0: Employers' expectations of accounting graduates and its implications on teaching and learning practices. *International Journal of Education and Practice*, 7(1), 19-29.

Gitelman, L. D., & Kozhevnikov, M. V. (2018). Paradigm of Managerial Education for a Technological Breakthrough in the Economy. *Economy of Region*, 14(2), 433-449.

Gorecky, D., Khamis, M., & Mura, K. (2017). Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(1), 182-190.

Guo, Q., Miyamae, Y., Wang, Z., Taniuchi, K., Yang, H., & Liu, Y. (2018). Senvis-Net: Learning from imbalanced machinery data by transferring visual element detectors. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 8(5), 416-422.

Hariharasudan, A., & Kot, S. (2018). A scoping review on Digital English and Education 4.0 for Industry 4.0. *Social Sciences*, 7(11).

Hold, P., Erol, S., Reisinger, G., & Sihm, W. (2017). Planning and Evaluation of Digital Assistance Systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 143-150.

Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Öztürk, C., Aromaa, S., Boubekour, M., Heilala, J., Heikkilä, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petäjä, E., & Walter, T. (2019). Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions. *Computers and Industrial Engineering*.

Kamp, B., Ochoa, A., & Diaz, J. (2017). Smart servitization within the context of industrial user-supplier relationships: contingencies according to a machine tool manufacturer. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 11(3), 651-663.

Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., & Ramsauer, C. (2017). Transition towards an Industry 4.0: State of the LeanLab at Graz University of Technology. *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213.



- 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.
- Kumpikaite, V. (2008). Human resource development in learning organization. *Journal of business economics and management*, 9(1), 25-31.
- Küsters, D., Praß, N., & Gloy, Y.-S. (2017). Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany's Textile Industry for the Digital Future. *Procedia Manufacturing*, 9, 214-221.
- Lave, J., et al. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lenz, J., Wuest, T., & Westkämper, E. (2018). Holistic approach to machine tool data analytics. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 180-191.
- Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2019). Emergency preparedness in industrial plants: A forward-looking solution based on industry 4.0 enabling technologies. *Computers in Industry*, 105, 99-122.
- Lu, Y., Xie, R., & Liang, S. Y. (2019). Bearing fault diagnosis with nonlinear adaptive dictionary learning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Madsen, O., & Møller, C. (2017). The AAU Smart Production Laboratory for Teaching and Research in Emerging Digital Manufacturing Technologies. *Procedia Manufacturing*, 9, 106-112.
- Morozov, D., Lezoche, M., & Panetto, H. (2018). Multi-paradigm modelling of Cyber-Physical Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1385-1390.
- Nonaka, I., Von Krogh, G. & Voelpel, S. (2006). Organizational knowledge creation theory: Evolutionary paths and future advances. *Organization studies*, 27(8), 1179-1208.
- Oliva, F. L. (2014). Knowledge management barriers, practices and maturity model. *Journal of Knowledge Management*, 18(6), 1053-1074.
- Reuter, M., Oberc, H., Wannöffel, M., Kreimeier, D., Klippert, J., Pawlicki, P., & Kuhlenkötter, B. (2017). Learning Factories' Trainings as an Enabler of Proactive Workers' Participation Regarding Industrie 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 354-360.
- Ribeiro, J. S. de A. N., Soares, M. A. C., Jurza, P., & Ziviani, F. (2016, novembro). A articulação entre competências e inovação ancorada pela gestão do conhecimento visando a vantagem competitiva sustentável. *Anais do Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (SINGEP)*, São Paulo, SP, Brazil, 5.
- Ribeiro, J. S. de A. N. (2019). *Modelo de análise do compartilhamento de conhecimento e inovação no desempenho de entrega: um estudo sobre Integração da Cadeia de Suprimentos*. Tese. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do conhecimento da Universidade FUMEC, Belo Horizonte, MG, Brasil.



Sá Carvalho, E. S. de, & Duarte Filho, N. F. (2018). Proposal for a mobile learning system focusing on the characteristics and applications practical of industry 4.0. [Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0]. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 27, 36-51.

Schwab, K. (2016). *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro.

Senge, P. (1990). The fifth discipline. *Doubleday*. Senge, PM (1992). *Mental Models. Planning Review*, 20(2), 4-13. New York: Currency.

Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2017). Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice. *Energies*, 10 (4).

Siddoo, V., Sawattawee, J., Janchai, W., & Thinnukool, O. (2019). An exploratory study of digital workforce competency in Thailand. *Heliyon*, 5(5).

Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., & Kohnová, L. (2019). External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2).

Stocker, A., Brandl, P., Michalczuk, R., & Rosenberger, M. (2014). Human-centred ICT tools for smart factories [Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory]. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 131(7), 207-211.

Szalavetz, A. (2019). Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 384-395.

Synnes, E. L. & Welo, T. (2016). Bridging the Gap between High and Low-volume Production through Enhancement of Integrative Capabilities. *Procedia Manufacturing*, 5, 26-40.

Tavcar, J., & Horvath, I. (2019). A review of the principles of designing smart cyber-physical systems for run-time adaptation: Learned lessons and open issues. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 49(1), 145-158.

Teixeira Filho, J. (2000). *Gerenciando conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento dos negócios*. Senac.

Thalmann, S., Pammer-Schindler, V., Fessler, A., & Weghofer, F. (2017). Learning 4.0: Addressing challenges for employees successfully [Herausforderungen für menschen in der industrie 4.0 erfolgreich meistern]. *Productivity Management*, 22(2), 62-64.

Uhlemann, T. H.-J., Schock, C., Lehmann, C., Freiberger, S., & Steinhilper, R. (2017). The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 113-120.

Vila, C., Ugarte, D., Ríos, J., & Abellán, J. V. (2017). Project-based collaborative engineering learning to develop Industry 4.0 skills within a PLM framework. *Procedia Manufacturing*, 13, 1269-1276.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Yakovle, V. V., Khasanov, M. M., Sitnikov, A. N., Prokofiev, D. O., Pustovskikh, A. A., Margarit, A. S., Simonov, M. V., & Perets, D. S. (2017). The direction of cognitive technologies development in the Upstream Division of Gazprom Neft Company. *Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry*, 12, 6-9.

Wiig, K. M. (1997). Knowledge management: an introduction and perspective. *Journal of knowledge Management*, 1(1), 6-14.

Zeidler, F., Bayhan, H., Venkatapathy, A. K. R., & Hompel, M. T. (2017). Reference field for research and development of novel hybrid forms of human machine interaction in logistics [Referenzfeld zur erforschung und entwicklung neua rtiger hybrider formen der zusammenarbeit von menschen und maschinen in der logistik]. *Logistics Journal*.