

A EDUCAÇÃO 4.0 APLICADA À ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E AS PRINCIPAIS TEMÁTICAS DE PESQUISA: UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO A PARTIR DA REVISÃO DE LITERATURA

Bernardo Perota Barreto (UTFPR Campus Ponta Grossa)
bernardobarreto@alunos.utfpr.edu.br

Joseane Pontes (UTFPR Campus Ponta Grossa)
joseane@utfpr.edu.br

Fernanda Tavares Treinta (UTFPR Campus Ponta Grossa)
fernandatrenta@gmail.com



A Educação 4.0, termo que relaciona a educação aos conceitos e pilares da Indústria 4.0, configura-se como um tema atual e de característica ascendente tanto no ambiente acadêmico quanto no industrial, sendo alvo de recentes pesquisas nas mmais diversas ár

Palavras-chave: Educação 4.0, Indústria 4.0, Engenharia de Produção, Análise de conteúdo, Revisão de literatura

1. Introdução

O termo 4ª Revolução Industrial, também conhecido como *Advanced Manufacturing* ou Indústria 4.0, tornou-se publicamente conhecido em 2011, quando a iniciativa de uma associação de representantes de empresas, política e academia chamada de “indústria 4.0” apoiou a ideia como uma abordagem para fortalecimento da competitividade do mercado industrial alemão (HERMANN, 2016).

O objetivo da Indústria 4.0 é estabelecer a criação de valor industrial inteligente, auto regulável e interconectado (LIAO et al., 2017). Lee (2008) acredita que um ponto fundamental da Indústria 4.0 é a união do ambiente físico e virtual, que é possível devido a integração entre os processos físicos e computacionais, chamados de Sistemas Físicos Cibernéticos. As organizações que utilizam destes conceitos são denominadas Fábricas Inteligentes e configuram a base da Indústria 4.0 (HOFMANN & RÜSCH, 2017).

A partir desses conceitos, percebe-se que outros setores além da indústria são estimulados ao acompanhamento e mesmo evolução ou inovação a partir dos novos conceitos da Indústria 4.0. Exemplo disso, é a influência da digitalização na área da saúde, de serviços e mesmo a educação voltada ao ensino de engenharia de produção ou industrial, escopo deste trabalho. Com isso, através da revisão de recentes artigos publicados, o artigo tem por objetivo realizar uma análise de conteúdo acerca do tema Educação 4.0, aplicado à Engenharia de Produção(ou Industrial).

A investigação sobre o tema pretende, através para a compreensão do mesmo, contribuir com a comunidade científica e indústrias, que visam obter mão de obra qualificada para se adequar às novas tendências tecnológicas e organizacionais.

Para isso, formou-se inicialmente um portfólio composto por 168 publicações para a realização da análise bibliométrica, e então, através da análise qualitativa e da Metodologia InOrdinatio(PAGANI et al., 2015) foram ordenados, filtrados e utilizados neste trabalho as dez principais e mais relevantes publicações, tais foram priorizadas e analisadas qualitativamente pelo *software* Nvivo.

Nas próximas seções serão detalhados os conceitos essenciais para este estudo, bem como, a metodologia e os resultados da revisão bibliográfica sobre Indústria 4.0 relacionada com Educação 4.0, além de sua relação com a Engenharia de Produção.

2. *Advanced Manufacturing* ou Indústria 4.0

Segundo Chung & Kim (2016), o termo Industry 4.0, Industrie 4.0 ou Indústria 4.0 foi introduzido inicialmente em 2011 pelo Instituto Fraunhofer-Gesellschaft e pelo Governo Federal Alemão como sendo um termo coletivo capaz de definir o conjunto de tecnologias para automação, fluxo de informações e manufatura.

De acordo com Paprocki (2016) a 4ª Revolução Industrial está associada a três fenômenos, são eles:

- a. Digitalização comum e garantia de constante comunicação entre as pessoas, pessoas e dispositivos e entre os próprios dispositivos;
- b. Aumento crescente da implementação de inovações disruptivas, capazes de possibilitar o aumento gradual da eficiência e eficácia operacional de sistemas socioeconômicos;
- c. Desenvolvimento de máquinas com capacidade de comportamento autônomo através da utilização de inteligência artificial.

Rüßman et al. (2015) foi capaz de identificar nove pilares fundamentais que abrangem a 4ª Revolução Industrial. O Quadro 1 apresenta cada um dos nove pilares e suas respectivas definições de acordo com a perspectiva de diversos autores.

Quadro 1 – Pilares fundamentais da 4ª Revolução Industrial

Pilar	Definição
Big Data	Grande conjunto de dados, em geral não estruturados, com necessidade de análise em tempo real. (MELL et al., 2015).
Robôs Autônomos	São robôs que atua de maneira colaborativa, flexível e autônoma (PONCELA et al., 2009)
Simulação	Simulação do mundo físico em um mundo virtual, seja de máquinas, produtos ou humanos. (RÜßMANN et al., 2015).
Integração Vertical e Horizontal	A integração horizontal acontece conforme a cooperação e competição entre empresas. A integração vertical ocorre entre setores físicos e funcionais da própria empresa. (WANG et al., 2016)
Internet das Coisas	Conexão entre objetos físico e a Internet, que permite a comunicação em tempo real entre objetos inteligentes e a Internet (KOPETZ, 2011)
Segurança Cibernética	Métodos usados para reconhecer vulnerabilidades e manter a integridade do processo (GILCHRIST, 2016)
Nuvem	Responsável pelo compartilhamento e armazenamento de dados (GILCHRIST, 2016)
Manufatura Aditiva	Método de manufatura que adiciona material camada por camada para produzir um objeto. (VAYRE, VIGNAT & VILLENEUVE, 2012)
Realidade Aumentada	Fusão da realidade física e virtual, que fornece informações, em tempo real, para auxiliar na tomada de decisão (RÜßMANN et al., 2015)

Fonte: Adaptado de Rüßman et al. (2015)

Jabbour et al. (2018) acredita que as características da Indústria 4.0 afetarão os processos produtivos, a percepção dos clientes e o valor agregado dos produtos. A conexão entre máquinas, dispositivos e elementos da cadeia de suprimentos auxiliadas por informações compartilhadas irá proporcionar oportunidades de alterar as prioridades de pedidos, monitorar e controlar a eficiência das linhas de montagem e rotas logísticas, com isso, as necessidades dos consumidores serão prontamente atendidas.

3. Indústria 4.0 e a evolução da educação

De acordo com Romanelli (1960) a educação veio do verbo latim *educare*, com sentido de “criar, nutrir, fazer crescer”. Conforme a sociedade e a indústria evolui, é perceptível mudanças no contexto da educação, tema central deste trabalho. A partir da literatura analisada (GERSTEIN, 2014) (LENGEL, 2012) (MORAVEC, 2011) (GALÁN, 2016), (MOURTZIS, 2018), é possível notar a influência de cada Revolução Industrial no modelo de educação vigente no período, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Evolução da Educação 4.0

Educação 1.0
<ul style="list-style-type: none">• A Educação 1.0 baseava-se na educação cristã e desdobra-se em três “R’s” quanto ao papel do aluno: Receber; Responder e Regurgitar (GERSTEIN, 2014).
Educação 2.0
<ul style="list-style-type: none">• O objetivo principal da Educação 2.0 era adequar o aluno principalmente ao mercado de trabalho através de tarefas padronizadas e repetitivas (LENGEL, 2012).
Educação 3.0
<ul style="list-style-type: none">• Educação 3.0 relacionada com as mudanças na sociedade e na economia. (MORAVEC, 2011; LENGEL, 2012).• Educação 3.0 responsável pela adaptação da escola à “geração voltada a automatização” e suas formas de aprender (FAVA, 2012; 2014).• Educação 3.0 em que se propõe uma educação com teor crítico em prol da transformação social (GALÁN, 2016).
Educação 4.0
<ul style="list-style-type: none">• A Educação 4.0 é responsável por familiarizar estudantes com tecnologias recém desenvolvidas e utilizá-las para facilitar o processo de aprendizagem (MOURTZIS, 2018).

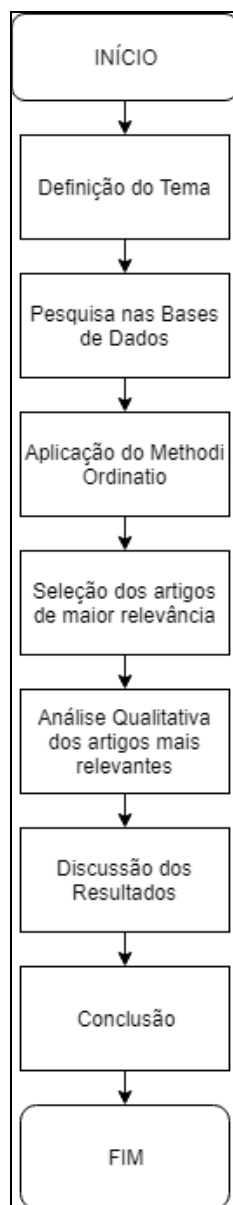
Fonte: Autoria Própria (2019)

De acordo com a Figura 1 percebe-se mudanças e características próprias de cada fase da educação conforme o momento histórico em que cada uma se insere. A evolução da educação não exclui a maneira como as fases anteriores atuam, e sim complementam e adaptam de acordo com a nova realidade, ou seja, de forma construtiva, aproveitam o que é útil das fases anteriores e alteram aquilo que não é mais cabível ao novo cenário. Neste sentido, a Educação 1.0 abrange um momento em que a religião cristã obtinha um exacerbado poder e por isso controlava inclusive a transmissão de informação. Na Educação 2.0 e 3.0 percebe-se grande influência da indústria no contexto da educação, de forma a preencher as demandas industriais e orientar o processo de aprendizagem. A Educação 4.0, reflete a modernização do uso de tecnologias a partir dos pilares da Indústria 4.0 apontados no Quadro 1, bem como na seção 5.2 deste trabalho, onde será discutido a análise do conteúdo de artigos que serão apresentados na revisão sistemática de literatura, na seção a seguir.

4. Metodologia

Segundo Fonseca (2002), *methodos* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, investigação ou pesquisa, ou seja, metodologia representa o estudo da organização, dos caminhos a se percorrer, para se realizar uma pesquisa ou um estudo. A partir desses conceitos, segue apresentada na Figura 2, a estratégia de pesquisa adotada para elaboração do presente artigo.

Figura 2 – Estratégia de Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2019)

Neste sentido, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura a fim de obter uma visão geral da relação entre Indústria 4.0 e Educação. De acordo com Counsell (1997) uma boa revisão sistemática é baseada em uma questão de pesquisa bem formulada e que se possa responder, pois guiará a revisão definindo quais estudos serão incluídos, que estratégia de busca utilizar para identificar os estudos primários e quais dados precisam ser extraídos de cada estudo.

As bases de dados escolhidas conforme maior relevância, multidisciplinaridade, eficiência em obtenção e tratamento de dados para a pesquisa foram a Science Direct, Scopus e Web of Science. As palavras-chave relacionadas ao tema em estudo e os filtros iniciais aplicados a pesquisas estão expressas no Quadro 2.

Quadro 2 – Pesquisa das palavras-chaves nas bases de dados

Keywords and Combinations	Science Direct (Review Articles e Research Articles)	Web of Science (Journals)	Scopus (Journals)	Total de artigos
"education 4.0"	Results: 3 Title: ("education4.0")	Results: 10 Title: ("education 4.0")	Results: 13 Title: ("education 4.0")	168
"industry 4.0" AND "education"	Results: 5 Title: ("industry 4.0" AND "education")	Results: 43 Title: ("industry 4.0" AND "education")	Results: 84 Title: ("industry 4.0" AND "education")	
"education 4.0" AND "methods"	Results: 7 Title("education 4.0" AND "methods")	Results: 0 Title("education 4.0" AND "methods")	Results: 3 Title("education 4.0" AND "methods")	

Fonte: Autoria Própria (2019)

Inicialmente foram encontrados 168 artigos, sendo que a pesquisa se restringiu apenas a artigos científicos. No caso da Science Direct foram utilizados filtros que limitam a pesquisa a *Review Articles* e *Research Articles*. Já em relação a Scopus e Web of Science a pesquisa se restringiu apenas aos *Journals*.

Posteriormente, foi realizado uma análise qualitativa dos artigos encontrados com objetivo de excluir possíveis duplicatas das três bases de dados para cada palavra-chave com o auxílio do *software* Mendeley. Após análise, excluiu-se artigos de título ou resumo não compatíveis com o objetivo do trabalho, e então, restaram 41 artigos. Tais artigos passaram pela filtragem da metodologia *Methodi Ordinatio* para formação do portfólio final. A *Methodi Ordinatio* é uma metodologia multicritério de tomada de decisão na seleção de artigos científicos para composição de um portfólio bibliográfico (PAGANI, KOVALESKI & RESENDE, 2015). Para ordenar a relevância dos trabalhos foi realizada a equação baseada no *InOrdinatio*:

$$\text{InOrdinatio} = (Fi/1000) + \alpha * [10 - (\text{AnoPesquisa} - \text{AnoPublicação})] + (\sum Ci)Eq. (01)$$

Onde:

Fi: Fator de impacto da revista em que foi publicado o artigo;

α : Valor que o pesquisador atribui ao ano;

AnoPesquisa: Ano em que a pesquisa está sendo realizada;

AnoPublicação: Ano de publicação do artigo;

Ci: Número total de citações do artigo.

Os artigos com valores de *InOrdinatio* inferiores a 50 foram excluídos, de maneira que a base bibliográfica formada após a aplicação do *Methodi Ordinatio* é composta de dez artigos relevantes e consistentes, expressos no próximo tópico, Resultados e Discussões.

5. Resultados e discussões

5.1 Visão geral dos artigos

Após a aplicação do *Methodi Ordinatio* forma obtidos dez artigos finais, estes expressos no Quadro 3.

Quadro 3 - Artigos selecionados pelo *MethodiOrdinatio*

Autor	Título	CI	FI	Ano	Inordiatio	Journal/ Proceedings
BENESOVÁ A.; TUPA J.	Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0	46	0,7	2017	86,0007	Procedia Manufacturing
MOTYL B.; BARONIO G.; UBERTI S.; SPERANZA D.; FILIPPI S.	How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey	18	0,7	2017	58,0007	Procedia Manufacturing
MOURTZIS D.; VLACHOU E.; DIMITRAKOPOUL OS G.; ZOGOPOULOS V.	Cyber- Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept	12	0,7	2018	57,0007	Procedia Manufacturing
COSKUN S.; KA YIKCI Y.; GENCA YE.	Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision	5	0	2019	55	TECHNOLOGIES
SACKEY S.M.; BESTER A.; ADAMS D.	Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa	14	0,409	2017	54,000409	South African Journal of Industrial Engineering
STACHOVÁ K.; PAPULA J.; STACHO Z.; KOHNOVÁ L.	External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges	3	2,075	2019	53,002075	Sustainability (Switzerland)
MASELENO A.;; TANG A.Y.C.; MAHMOUD M.A.; OTHMAN M.; SHANKAR K.	Big Data and E-Learning in Education 4.0	6	0	2018	51	INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND NETWORK SECURITY
SALAH B.; ABIDI M.H.; MIAN S.H.; KRID M.; ALKHALEFAH H.; ABDO A.	Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0	0	2,075	2019	50,002075	Sustainability (Switzerland)
MOURTZIS D.; VASILAKOPOULO S A.; ZERVAS E.; BOLI N.	Manufacturing System Design using Simulation in Metal Industry towards Education 4.0	0	0,7	2019	50,0007	Procedia Manufacturing
SETHAKUL P.; UTAKRIT N.	Challenges and Future Trends for Thai Education: Conceptual Frameworks into Action	0	0	2019	50	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING PEDAGOGY

Fonte: Autoria Própria (2019)

O Quadro 3 apresenta o autor de cada artigo selecionado pelo Methodi Ordinatio, ordenado de maneira decrescente, seguido do título, número de citações, fator de impacto, ano de publicação, valor do InOrdinatio e o *Journal* publicado, evidenciando o *Journal* Procedia Manufacturing como sendo aquele com maiores publicações sobre Educação 4.0.

Com objetivo de demonstrar os países e universidades de origem dos autores com publicação dos artigos selecionados, tem-se o Quadro 4.

Quadro 4 – Visão geral dos artigos selecionados

Autor	País de origem dos autores	Afiliação dos autores
BENESOVÁ A.; TUPA J.	Itália	University of West Bohemia in Pilsen
MOTYL B.; BARONIO G.; UBERTI S.; SPERANZA D.; FILIPPI S.	Itália	University of Udine, Udine, Italy; University of Brescia, Brescia, Italy; University of Cassino and Lazio Meridionale, Cassino, Italy
MOURTZIS D.; VLACHOU E.; DIMITRAKOPO ULOS G.; ZOGOPOULOS V.	Grécia	University of Patras, Rio Patras, Greece
COSKUN S.; KAYIKCI Y.; GENCAY E.	Turquia e Alemanha	Turkish German University, Istanbul; Universität Tübingen, Tübingen, Germany
SACKEY S.M.; BESTER A.; ADAMS D.	África	University of Science & Technology, Ghana; Cape Peninsula University, Cape Town, South Africa
STACHOVÁ K.; PAPULA J.; STACHO Z.; KOHNOVÁ L.	Eslováquia	Faculty of Management Comenius University, Slovakia
MASELENO A.; TANG A.Y.C.; MAHMOUD M.A.; OTHMAN M.; SHANKAR K.	Malásia e Índia	Universiti Tenaga Nasional, Malaysia; Kalasalingam Academy of Research and Education, Krishnankoil, India
SALAH B.; ABIDI M.H.; MIAN S.H.; KRID M.; ALKHALEFAH H.; ABDO A.	Arábia Saudita e Palestina	King Saud University, Saudi Arabia; Birzeit University, Palestine
MOURTZIS D.; VASILAKOPOU LOS A.; ZERVAS E.; BOLI N.	Grécia	University of Patras, Rio Patras, Greece
SETHAKUL P.; UTAKRIT N.	Tailândia	University of Technology Bangkok, Bangkok, Thailand

Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir do Quadro 4 é possível perceber que os continentes com maior interesse pelo estudo da Educação 4.0 e sua relação com a Engenharia de Produção são a Europa e Ásia, sendo que os países de maior destaque são Itália e Grécia, com um total de quatro artigos dos dez selecionados. Isso não significa que países como a Alemanha, precursora do termo Indústria 4.0 não esteja no ranking de pesquisa do tema. Apenas demonstra que dentre os 10 artigos com maior fator de impacto, a Itália e Grécia se destacam.

5.2 Definições e características da Educação 4.0

Existem dois temas de grande importância para a educação em engenharia de produção ou industrial relacionada à automação industrial e a digitalização da produção. O primeiro é o papel que as tecnologias da Indústria 4.0 desempenharão na forma como os currículos são desenvolvidos e implementados, considerando o desenvolvimento de competências de investigação e resolução de problemas adaptáveis e integrativas. O segundo, intimamente relacionado ao primeiro, é o papel das fábricas de aprendizado da Indústria 4.0 em ajudar a desenvolver engenheiros criativos, colaborativos, comunicativos, inovadores, com afinidade ao mundo digital-industrial e com senso crítico para lidar com situações inesperadas (SACKEY, 2017).

Mourtzis (2018) acredita na conexão direta entre ensino e indústria através das fábricas de aprendizado. Para Sackey (2017) uma fábrica de aprendizado é um modelo realista de um ambiente de produção que oferece aos alunos a oportunidade de implementar melhorias no processo e ver os resultados imediatamente. Seu principal objetivo é trazer o mundo real para o ambiente educacional, proporcionando aos estudantes de engenharia uma experiência prática através de projetos da vida real.

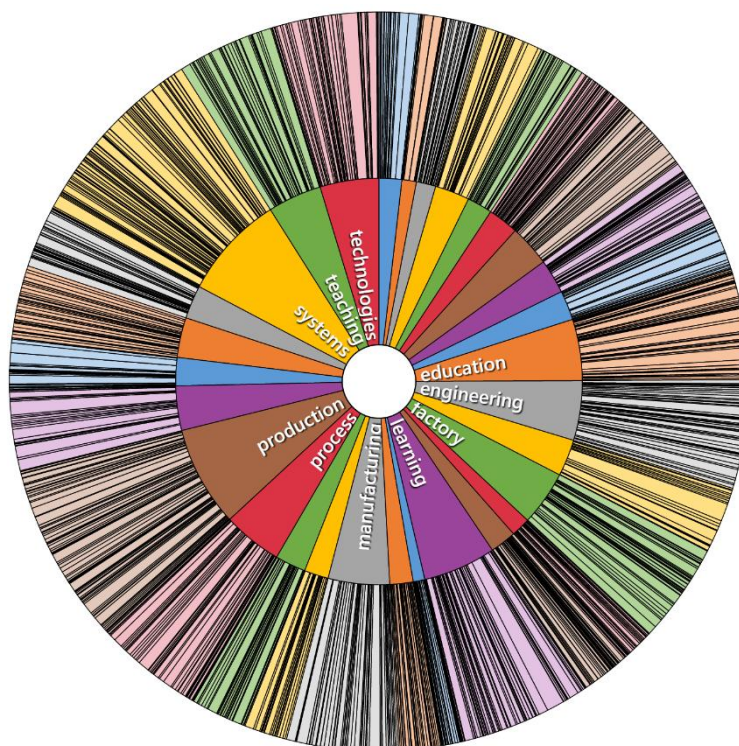
Para Mourtzis (2018), a Educação 4.0 considera a exploração das tecnologias desenvolvidas, como técnicas avançadas de visualização em que se integra a realidade virtual para facilitar o processo de ensino e, por outro os métodos que irão familiarizar os estudantes de engenharia com estas tecnologias. À medida que as tecnologias avançam, tal conceito de educação está se tornando necessário e organizações multinacionais consideram sua integração, especificamente as instituições precisarão estabelecer novas maneiras de conectar os conhecimentos teóricos do ambiente acadêmico com os casos reais de implementação dos espaços ciber-físicos em indústrias, criando uma situação vantajosa para ambas as partes. De acordo com Maselena (2018), o *Big Data*, ferramenta fundamental à Educação 4.0, ao fornecer novas chances para aumentar a capacidade de acumulação de informação e ligação a sistemas de aprendizagem baseados na *Web*, é capaz de auxiliar o processo de ensino personalizado, levando em conta as singularidades de cada um.

Segundo Benešová(2017), as habilidades envolvendo novos engenheiros variam desde habilidades técnicas e linguísticas(*hard skills*) até habilidades interpessoais(*soft skills*). Dessa forma, a Educação 4.0 precisa não somente se limitar a conhecimentos e requisitos técnicos e sim expandir seu horizonte e atuar de forma pessoal, estimulando o desenvolvimento de *softskills* e *hardskill*.

5.3 Análise qualitativa de conteúdo

Com base nos dez artigos (Quadro 3), foi realizada uma análise qualitativa com auxílio do *software* Nvivo, a partir de suas funcionalidades quanto a ordenamento, codificação e visualização dos dados da pesquisa. Primeiramente foi realizado uma autocodificação das sentenças a fim de que fornecer os principais temas dentro dos artigos baixados. A Figura 3 apresenta o gráfico de hierarquia dos principais temas levantados.

Figura 3 - Gráfico de hierarquia dos temas



Fonte: Autoria Própria (2019)

Os principais temas indicados pelo software são *systems*, *production* e *learning*. Quanto a “*systems*” têm-se os principais subtemas: “*human resource development systems*”, “*physical systems*” e “*augmented reality systems*”. Estes evidenciam a importância dos Sistemas Cyber-Físicos e de sistemas de realidade aumentada, ou seja, pilares da Indústria 4.0 na construção da Educação 4.0.

Com o tema “*production*” tem-se: “*production process*”, “*production environment*” e “*production engineers*”. É relevante notar a importância dos engenheiros de produção na relação com o tema, reforçando a intenção da pesquisa realizada, além de evidenciar a proximidade da fábrica na construção da Educação 4.0.

Já com relação a “*learning*” tem-se: “*learning environments*”, “*learning method*” e “*learning theory model*”. Mais uma vez reforçando o ambiente de aprendizado como sendo um fator chave na Educação 4.0, junto a modelos e métodos que possibilitem a replicação dos processos de aprendizagem.

Posteriormente foi gerado a frequência de palavras que aparecem com maior constância nos artigos selecionados. A Figura 4 mostra as 100 palavras mais citadas.

Figura 4 – Frequência de palavras dos artigos selecionados pelo MethodiOrdinatio

Industrial), foi atendido. Com base nisso, ressalta-se a contribuição dos resultados obtidos, em especial os temas indicados a partir da análise de conteúdo, para uma visão geral da literatura e publicações relacionadas ao tema Educação 4.0 e sua relação com a Engenharia, mais especificamente a Engenharia de Produção ou Industrial.

Faz-se importante frisar que a temática explorada no artigo é atual e as pesquisas e aplicações relacionadas, ainda estão em estágio inicial. Por isso, a análise realizada permite um entendimento amplo sobre o tema e sobre o que vem sendo estudado e publicado sobre a Educação 4.0. Devido ao crescente interesse da comunidade científica e das indústrias que visam se adequar às novas tendências tecnológicas, digitais e organizacionais a partir de mão de obra qualificada, o presente trabalho contribui com a explanação das principais temáticas da Educação 4.0, de forma a disseminar o seu estudo. Além disso, permite estimular pesquisas futuras, visto que o tema é recente e instiga indústrias e universidades a se prepararem para as mudanças geradas pela 4ª Revolução Industrial.

Sendo assim, com a Educação 4.0, as indústrias poderão se beneficiar através da absorção de engenheiros mais qualificados, com melhor comunicação e automação, no contexto da Indústria 4.0. As universidades se beneficiarão promovendo a melhoria do aprendizado e estímulo às *soft e hard skills* a partir de ambientes mais próximos à realidade da indústria, como o ambiente de simulação, consequência dos pilares da indústria 4.0. A aproximação entre a indústria e universidade será uma consequência positiva para o aprendizado dos futuros (universidade) e atuais (indústria) engenheiros.

Como possíveis sugestões para futuros trabalhos relacionados à Educação 4.0, sugere-se a realização de mais estudos relacionados à temática, em que se analise detalhadamente cada um dos possíveis temas e palavras-chave abordados, além de buscar novas linhas de pesquisa ou palavras, com objetivo de expandir o horizonte da relação entre Indústria 4.0 e educação. Sugere-se também, que em futuras pesquisas realizem buscas que conectem Indústria 4.0 com o termo *learning*, visto que esta foi a palavra de maior frequência apresentada pelo Nvivo, dentre os artigos selecionados pelo Methodi Ordinatio.

Por fim, é válido ressaltar a importância da temática Educação 4.0 frente a um cenário de constantes mudanças, seja no âmbito social, produtivo ou acadêmico. A Educação 4.0 é capaz de fornecer as competências necessárias aos Engenheiros de Produção que visam atuar na Indústria 4.0, bem como a Indústria 4.0 é capaz de fornecer as ferramentas necessárias para que a formação dos engenheiros ocorra eficientemente, seja a partir da melhoria dos projetos pedagógicos ou ambientes de formação universitários, ou seja, a comunicação entre indústrias, sociedade e universidades é essencial tanto para a educação quanto para a produção industrial.

7. Referências

BARROS, Daniela Melareira; OKADA, Alexandra. Os estilos de aprendizagem para as novas características da educação (3.0). **VIII International Conference on ICT in Education – Challenges**. 2013

BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**. 2017.

CHUNG, Mihyun; KIM, Jaehyun. The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution. **KSII Transactions on Internet & Information Systems**, v. 10, n. 3, 2016.

COSKUN, S.; KAYIKCI, Y.; GENÇAY, E. Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision. **TECHNOLOGIES**. 2019.

COUNSELL, C. Formulating questions and locating primary studies for inclusion in systematic reviews. **Annals of Internal Medicine**, 127. 1997.

FAVA, Rui. Educação 3.0. São Paulo: **Saraiva**, 2014.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GÁLÁN, José Gómez. Educación 3.0 em Iberoamérica: principales objetos de análisis científico y beneficios sociopedagógicos. **International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)**, v. 6, p. 124-145, 2016.

GERSTEIN, Jackie. Moving from education 1.0 through education 2.0 towards education 3.0. **Create Space Independent Publishing Platform**. 2014.

GHANI, E.K.; MUHAMMAD, K. Industry 4.0: Employers' expectations of accounting graduates and its implications on teaching and learning practices. **International Journal of Education and Practice**. 2019.

GILCHRIST, Alasdair. Industry 4.0: the industrial internet of things. Apress, 2016
Greengard, S. The Internet of things. **Business Horizons**. 2015.

HERMANN M.; PENTEK T.; OTTO B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. 2016.

HOFMANN, Erik; RÜSCH, Marco. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, v. 89, p. 23-34, 2017.

JABBOUR A.B.L.S.; JABBOUR C.J.C.; FOROPON C., GODINHO FILHO M. When titans meet – Can industry 4.0 revolution isete environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**. 2018.

KAGERMANN H. Change through digitization —Value creation in the age of Industry 4.0. **Management of permanent change**. 2015.

KEATS, Derek; SCHIMIDT, J. Philipp. The génesis and emergence of education 3.0 in higher education and its potential for Africa. **FirstMonday**, v. 12, 2007.

KOPETZ, Hermann. Internet of things. **Real-time systems**. 2011.

KUBINGER, W.; SOMMER, R. Fourth industrial revolution-impact of digitalization and Internet on the industrial location. **Elektrotechnik und Informations technik**, v. 133, n. 7. 2016.

LEE, Edward A. **Cyber physical systems: Design challenges**. In: **Objectoriented real-time distributed computing**, 2008.

LENGEL, James G. Education 3.0: seven steps to better schools. **Teachers College**, 2012.

LIAO Y.; DESCHAMPS F.; LOURES E.; RAMOS L. F. **Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal**. 2017

MASELENO, A.; TANG, A.Y.C.; MAHMOUD, M.A.; OTHMAN, M.; SHANKAR, K. Big Data and E-Learning in Education 4.0. **International Journal Of Computer Science and Network Security**. 2018.

MELL, Peter et al. **The NIST definition of cloud computing**. 2011

MÉNDEZ, Pedro J. Mundos cambiantes: La tecnología y la educación 3.0. **Revista Complutense de Educación**, v. 23, n. 1, p. 11-22, 2012.

MORAVEC, John W. Desde la sociedade 1.0 a la sociedade 3.0. **Publicacions i Edicions de La Universitat de Barcelona**. 2011.

MOTYL, B.; BARONIO, G.; UBERTI, S.; SPERANZA, D.; FILIPPI, S. How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**. 2017.

MOURTZIS, D., VLACHOU, E., DIMITRAKOPOULOS, G.; ZOGOPOULOS, V. Cyber- Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept. **Procedia Manufacturing**. 2018.

MOURTZIS, D.; VASILAKOPOULOS, A.; ZERVAS, E.; BOLI, N. Manufacturing System Design using Simulation in Metal Industry towards Education 4.0. **Procedia Manufacturing**. 2019.

NVivo. (2016). QSR International Pty Ltd. <http://www.qsrinternational.com/>.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3. 2015.

PONCELA, Alberto et al. **A new efficiency-weighted strategy for continuous human/robot cooperation in navigation**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, v. 39, n. 3, p. 486-500. 2009. Paprocki W. **Koncepcja Przemysłu 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki rynkowej. Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego**, Gdańsk. 2016.

ROMANELLI, R. C. **O vocabulário indo-europeu e o seu desenvolvimento semântico**. Kriterion. Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia da Universidade de Minas Gerais, 1959.

RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, 2015.

SACKEY, S.M.; BESTER, A.; ADAMS, D. Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. **South African Journal of Industrial Engineering**. 2017.

SALAH, B.; ABIDI, M.H.; MIAN, S.H.; KRID, M.; ALKHALEFAH, H.; ABDO, A. Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0. **Sustainability (Switzerland)**. 2019.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo: **Edipro**. 2016.

SETHAKUL, P.; UTAKRIT, N. Challenges and Future Trends for Thai Education: Conceptual Frameworks into Action. **International Journal Of Engineering Pedagogy**. 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. **Sustainability (Switzerland)**. 2019.

VAYRE, Benjamin; VIGNAT, Frédéric; VILLENEUVE, François. Designing for additive manufacturing. **Procedia CIRP**. 2012.

WANG, Shiyong et al. Implementing smart factory of industrie 4.0. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, 2016.

WEISS, A.; HUBER, A.; MINICHBERGER, J. IKEDA, M. First Application of Robot Teaching na Existing Industry 4.0 Environment: Does It Really Work? **Societies**, v. 6, n. 3. 2016.

WOGNUM, N.; BIL, C.; ELGH, F.; PERUZZINI, M.; STJEPANDI&CACUTE, J.; VERHAGEN, W.J.C. Transdisciplinary systems engineering: Implications, challenges and research agenda. **International Journal of Agile Systems and Management**. 2019.