

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Alarcon¹, Luziana Quadros da Rosa², Robson Santos da Silva³,
Felipe de Matos Müller⁴, Márcio Vieira de Souza⁵

RESUMO

O artigo tem como objetivo analisar a relação existente entre os conceitos de Educação em Rede e Indústria 4.0, a fim de identificar tendências emergentes de aprendizagem industrial, além de discutir o papel da universidade na produção de conhecimento e da interdisciplinaridade curricular para formação de competências digitais avançadas. Para isto, foi realizada uma revisão integrativa da literatura nas bases científicas do Portal de Periódicos da Capes, SciELO e Scopus entre os anos de 2011 e 2018. Os resultados apontam para três principais tendências pedagógicas e tecnológicas, que são: (1) Internet das Coisas (IoT), (2) Laboratórios remotos de robótica ou espaços de experimentação e aprendizagem e; (3) Laboratórios de experimentação e inovação, denominados FAB-LAB. O fechamento demonstra que o artigo é parte de uma investigação inicial sobre as potencialidades de pesquisa e desenvolvimento do conceito de Educação em Rede no contexto da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Educação em Rede; Indústria 4.0; Competências Digitais; Produção de conhecimento; Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The article aims to analyze the relationship between the concepts of Network Education and Industry 4.0, in order to identify the emergent trends of industrial learning, in addition to discussing the role of the university in the production of knowledge and of the interdisciplinary curriculum for the formation of advanced digital competences. For this, an integrative review of the literature was carried out on the scientific basis of the Capes, SciELO and Scopus Journal Portal between the years 2011 and 2018. The results point to three main pedagogical and technological trends, namely: (1) Internet of Things (IoT), (2) Remote Robotics Labs or experimental and learning spaces; (3) Experimental and innovation laboratories, known as FAB-LAB. The closure demonstrates that the article is part of an initial investigation into the research and development potential of the concept of Network Education in the context of Industry 4.0.

Keywords: Network Education; Industry 4.0; Digital Competencies; Knowledge Production and Interdisciplinarity.

¹ Pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: dafnefa@gmail.com

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: luziquadros@hotmail.com

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: cigrobson@gmail.com

⁴ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: matos.muller@gmail.com

⁵ Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis – SC – Brasil. E-mail: marciovieiradesouza@gmail.com



INTRODUÇÃO

Na atualidade o discurso sobre aprendizagem, escola e educação deve estar conectado com o cenário da indústria, da tecnologia e da inovação social, pois vivemos em uma sociedade em rede (Castells, 2010), em que é preciso capacitar futuros profissionais e requalificar os atuais, em função das novas demandas do mundo do trabalho. Neste sentido, os processos de aprendizagem devem estar mais focados na formação de competências relacionadas à criatividade, inovação, empreendedorismo, raciocínio lógico e resolução de problemas. O caminho da sociedade em rede, proposta por Castells (1996), com a cultura da virtualidade ou cibercultura (Lévy 1999), demonstra que a vida socialmente conectada pela internet convoca os sujeitos a ocupar novas posições diante do mundo.

Segundo o presidente da FIESC - Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, Glauco José Corte: “No Brasil existe um descompasso entre o modelo pedagógico escolar atual e as exigências do novo mundo do trabalho. Ele questiona, ainda quais “competências crianças e jovens precisarão deter para serem bem-sucedidos em suas funções em um ambiente tecnológico avançado”. Neste aspecto, deve-se pensar a educação como um processo de transformação, ou seja, uma educação estruturada em rede. De acordo com Gomez, (2005, p. 189) “a qualidade da educação em rede está na socialização e na solidariedade entre as dimensões técnicas, humanas e do conhecimento”.

Assim, o conceito de Educação em Rede se caracteriza como um amplo espaço interconectado para a construção e compartilhamento de conhecimentos voltados para a criação e o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas provenientes da 4ª revolução industrial. Para isso, buscou-se identificar as possíveis relações existentes entre Educação em Rede e o impacto da 4ª revolução industrial com o surgimento da Indústria 4.0, a partir de uma revisão integrativa da literatura, visando fazer uma primeira aproximação dos temas, dada sua complexidade e as múltiplas variáveis envolvidas.

1. OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE

Neste estudo, o conceito de “Educação em Rede” parte do pressuposto teórico de Paulo Freire, em que a apropriação tecnológica está fundamentada nos princípios da educação popular em conformidade com uma sociedade aberta e democrática, a partir de uma perspectiva sócio-histórica. Desta forma, o uso das TIC na educação, por si só, não é suficiente para a realização de uma Educação em Rede. É necessário que as tecnologias façam

sentido e tenham uma utilidade real na vida das pessoas que delas se apropriam. Todavia, as TIC têm um papel relevante na vida das pessoas, pois podem ampliar e potencializar novas práticas pedagógicas dispostas em rede, ampliando o acesso ao conhecimento e interconectando saberes e competências para o século XXI.

A Educação em Rede tem seu fundamento na relação humana qualificada e especializada quando focada no aprendizado que visa uma educação integral do sujeito em comunidade no âmbito local e interconectado no âmbito global. Com o uso efetivo das TIC, materiais e ferramentas de acesso aberto possibilitam, cada vez mais, a construção de redes colaborativas, ampliando e estendendo, a educação interconectada e integrada as mídias do conhecimento.

Para Souza, (2015, p. 23) a educação em rede é uma “educação estendida por toda a rede (física e virtual) que tem como base as mídias digitais interativas”. Para o autor, a educação em rede é uma “educação integral, holística, complexa” que envolve “a utilização digital da mídia, da rede, da WEB, como espaço de diálogo, de interatividade, de reelaboração das informações, transformando o conhecimento em instrumento de cibercidadania”.

Em um cenário em constante evolução, as tecnologias e recursos educacionais estão possibilitando uma maior democratização e acesso a todo tipo de informação e conhecimento em qualquer parte do mundo, levando a sociedade a um nível mais elevado de acesso ao conhecimento.

Na educação do século XXI a universidade, de acordo com Boaventura de Souza Santos (2008) deixará de ser o monopólio do conhecimento, devido às exigências de mercado e, portanto, precisará sofrer transformações significativas em seus processos de conhecimento, buscando um modelo pedagógico inovador, por meio do currículo inter-multidisciplinar e da transferência de conhecimentos das universidades e instituições de pesquisa de forma integrada e em rede.

Nesta perspectiva, a educação para o século XXI pressupõe a formação de competências no processamento de múltiplas formas de informação para realizar tarefas que podem ser distribuídas em contextos que incluem casa, escola, local de trabalho e redes sociais, conforme pesquisa realizada pela fundação *National Research Council* que elaborou um documento denominado *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st Century*, que consiste em uma lista de competências essenciais para o século XXI e o que fazer para desenvolvê-las.

As competências dos trabalhadores que enfrentarão os novos desafios em um futuro próximo estão alinhadas aos movimentos da 4ª revolução industrial ou a chamada indústria

4.0. O movimento que caracteriza bem a educação para o século XXI e a indústria 4.0, é o da Educação Maker (aprender fazendo) ou educação “Mão na Massa” que se caracterizam como espaços de criação e compartilhamento do conhecimento para inovação. Outro ambiente que emerge, em um contexto mais amplo são os parques tecnológicos dentro das universidades, caracterizados como os Ecossistemas de Inovação.

Neste contexto, de acordo com Aires et., al. (2017) as competências mais requeridas são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos. Com isso, os movimentos que emergem da 4ª revolução industrial implicam em uma mudança radical das atuais posições de trabalhadores deste segmento, exigindo uma demanda por novas habilidades e atualização constante do conhecimento.

Finalmente, cabe pontuar como a Indústria 4.0 vai mudar a forma como aprendemos, a partir de transformações, como: inteligência artificial, Big Data, Internet das Coisas (IoT), robótica, entre outros, bem como repensar o cenário de uma Educação em Rede, onde seja possível implementar uma manufatura avançada, em países em desenvolvimento, como no Brasil, onde se faz necessário a formação de pessoas em um nível mais abrangente de aplicação e inovação tecnológica industrial.

2. O CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

O Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para Manufatura Avançada no Brasil é uma iniciativa que estabelece os objetivos tecnológicos, econômicos e sociais para a melhoria da produtividade e competitividade das empresas do país (Brasil, 2017). O referido documento também aborda os principais referenciais conceituais que servem de sustentação para a superação dos desafios atrelados ao conceito de tecnologias, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação elencadas pelo governo e traz neste cenário o termo manufatura avançada como sinônimo de indústria 4.0 ou indústria inteligente.

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2016, p. 3928), Indústria 4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos de valor no contexto organizacional. Sua estruturação é possível a partir do uso de sistemas ciberfísicos que criam uma cópia virtual do mundo físico para poder monitorá-lo e agir sobre tudo que o compõem por meio da internet das coisas e da comunicação entre todos os participantes da cadeia de valor, incluindo-se pessoas e máquinas. Trata-se de um conceito cuja formatação e divulgação datam de 2011, devido a uma iniciativa do governo da Alemanha que criou um grupo de trabalho para alicerçar, conceitual e

metodologicamente, as bases que as empresas alemãs deveriam adotar para se manterem como um dos líderes mundiais da produção industrial.

O trabalho de criar e disseminar a Indústria 4.0, iniciado dois anos antes, por volta de 2009, culminou com o Relatório Final de Recomendações para Implementação da Iniciativa Estratégica Indústria 4.0 (Kagermann, Wahister, Helbig, 2013). Desde então, o documento tem sido um importante marco para iniciativas na Alemanha, ao mesmo tempo em que serve de referencial para outras ações ao redor do mundo. Conforme Liao et al. (2018), há diversos países que têm se destacado no contexto internacional adotando estratégias e iniciativas semelhantes, incluindo-se: China (*Made in China 2025*), Europa (*Factories of the Future from Europe*), Estados Unidos da América (*Advanced Manufacturing Partnership*), Holanda (*Smart Industry*), Espanha (*Industria Conectada 4.0*), Malásia (*Eleventh Malaysia Plan*), França (*La Nouvelle France Industrielle*), Reino Unido (*Future of Manufacturing*), Itália (*Piano Nazionale Industria 4.0*) e South Coreia (*Manufacturing Innovation 3.0*).

Para a Schwab (2016), a Indústria 4.0 é o resultado direto de um período de intensas mudanças denominado de 4ª Revolução Industrial. Sua perspectiva considera que, enquanto a 1ª, 2ª e 3ª Revoluções Industriais tiveram como marco inicial a mecanização, a eletricidade e a automação respectivamente, o novo movimento teve início na virada do século XXI, tratando-se de um período caracterizado por grande velocidade, amplitude e impacto causados, principalmente, pela inteligência artificial e aumento na velocidade de transmissão de dados. Além disso, considera que se trata de uma era que estabelece profundas diferenças com os movimentos anteriores, por se fundamentar não apenas na fusão entre todas as tecnologias existentes, mas também na completa interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

Essa perspectiva de que a humanidade iniciou uma nova revolução industrial pode ser ratificada ao se analisar o *National Strategic Plan for Advanced Manufacturing* (2012) do governo dos Estados Unidos da América, no qual a manufatura avançada é conceituada como um conjunto de atividades que dependem de informações, automação, sensoramento, redes e capacidades emergentes em ciências físicas e biológicas.

Este entendimento é também ratificado por Alojz, Meskoe Roblek (2016) que definem a Indústria 4.0 sob a perspectiva de quatro elementos: Sistemas Ciberfísicos (*Cyber Physical System – CPS*), Internet das Coisas (IoT), a Internet de Serviços (IoS) e a Fábrica Inteligente (*Smart Factory*). A esses elementos somam-se as considerações de Hermann, Pentek e Otto (2015) que elencam interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade em tempo real, orientação para o serviço e modularidade como os princípios de design que fundamentam a Indústria 4.0.

A multiplicidade de novos conceitos e tecnologias evidenciam que a humanidade atravessa um período de mudanças. Assim, apesar da velocidade com que os fatos vêm se processando, ainda são necessários aprofundamentos substanciais para que o domínio de suas potencialidades seja ampliado e consolidado. As diferentes nomenclaturas que alguns países dão a seus respectivos programas, por si só, já evidenciam visões diversificadas sobre o fenômeno e como ele se processa. Mittal et al. (2017), por exemplo, contesta o uso dos termos manufatura avançada e manufatura inteligente como sinônimos ao afirmar que, enquanto a primeira está ligada à produção física, a segunda guarda relação apenas com as bases de softwares para a produção. Nessa mesma linha, Ahuett-Garza e Kurfess (2018) trazem conceitos importantes para a diferenciação de algumas dessas tecnologias, incluindo-se: Big Data, simuladores, robótica, modelagem, realidade virtual, nanotecnologia, comunicação móvel, realidade aumentada, computação em nuvem e impressão 3D. Considera-se que, apesar da Indústria 4.0 ser um processo de inovação em consolidação, os avanços tecnológicos são seus principais reflexos e estão alterando substancialmente o mundo dos negócios e modo como as pessoas se relacionam (Nakayama, 2017). Elevada conectividade, capacidade de processamento e comunicação autônoma entre máquinas, produtos e sistemas são conceitos e práticas que não se limitam apenas em novos modos de produção, mas também no modo de vida das pessoas.

Neste cenário de grandes mudanças, novas estratégias empresariais e políticas públicas se fazem necessárias. De acordo com o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Manufatura Avançada é preciso “aplicar esforços em inovação de produtos e processos integrados e em educação para manufatura avançada” como a principal forma de alavancar a produtividade das empresas brasileiras (Brasil, 2017, p. 43).

Entende-se, portanto que o conceito de Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada demanda forte investimento em educação e inovação para que se possa contribuir na difusão de conhecimentos que possibilitem compreender seu real impacto sobre os processos produtivos e as mudanças na economia brasileira.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizou-se de uma pesquisa teórica de cunho descritivo, por meio de uma revisão integrativa da literatura nas bases científicas do Portal de Periódicos da Capes, SciElo e Scopus. A questão motivadora da investigação buscou encontrar a relação existente entre Educação em Rede e Indústria 4.0.

Para busca inicial, utilizou-se os termos em inglês “*industry 4.0*” and “*education network*” ou que tivessem associação com o termo “*manufacture*”. Do mesmo modo, efetuaram-se buscas com os termos em português “Indústria 4.0” e “Educação em Rede”. A consulta considerou somente artigos científicos, em que estes termos pudessem estar contidos em seus títulos, resumos e palavras-chave.

Em uma primeira etapa, utilizou-se a busca exata dos termos em inglês e em português nas bases. O quadro (1) mostra os dados iniciais que foram coletados.

Quadro 1. Coleta de dados iniciais entre 2011 a 2018.

Publicações	Bases	Período	Termos Pesquisados
21	Scopus	2016 a 2018	“Industry 4.0” and “Education Network”
28	Portal de Periódicos da Capes	2011 a 2018	
0	SciElo	-	
0	Scopus	-	“Indústria 4.0” and “Educação em Rede”
0	Portal de Periódicos da Capes	-	
0	SciElo	-	

Fonte: dos autores 2018.

Uma segunda etapa da revisão considerou os critérios de inclusão e exclusão de publicações. Não houve restrição quanto ao período de tempo para busca considerando apenas artigos científicos, excluindo dessa forma outros tipos de publicações, como livros e seus capítulos. Assim, determinaram-se como válidos os artigos científicos que atendiam o objetivo da pesquisa, considerando a relação entre os conceitos de Educação em Rede e Indústria 4.0. Desse modo, a análise exploratória de títulos e resumos não impediram uma avaliação crítica, na qual é permitido uma classificação por semelhança de objetivos, métodos e resultados alcançados (Freire, 2013, p. 26).

Com base nessa fase de inclusão e exclusão de critérios, avaliação e análise dos dados foram identificados 5 artigos que atendem ao objetivo da pesquisa, destacados no quadro 2, pertencentes a duas bases pesquisadas. Na base SciElo não foram encontrados artigos referentes a esta investigação.

Quadro 2. Análise de artigos científicos de 2011 a 2018.

TÍTULO/AUTORES/ANO	OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADOS
<i>Educational robotics as part of the International Science and education project "Synergy" in realizing the social needs of society on the road to the industrial</i>	Analisar os objetivos de uma sessão em laboratórios remotos de robótica como locais apropriados para preparação no trabalho no setor de produção industrial.	Estudo exploratório que relata a experiência do projeto <i>Synergy</i> com a utilização de laboratórios remotos de robótica para preparação para o trabalho das novas gerações na Indústria 4.0.	Apresenta os objetivos do uso de tecnologias em rede, no exemplo dos equipamentos remotos de robótica utilizados na educação científica do <i>Synergy Project</i> para a implementação da

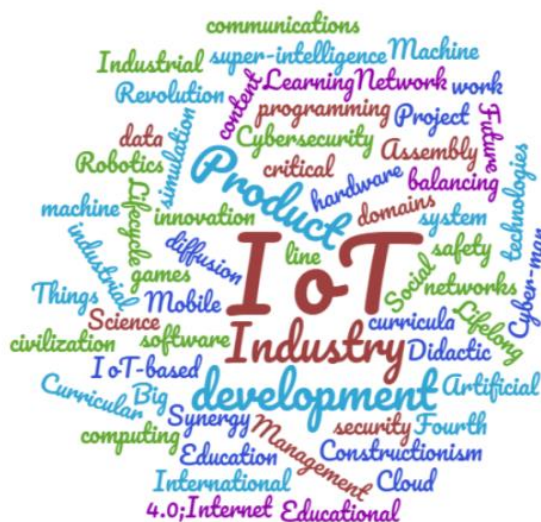
revolution "industry 4.0"			ideologia de "indústria 4.0", que devem ser refinados e adequados, considerando o conceito de "Indústria 4.0", o material metodológico e o trabalho organizacional.
Khomchenko, V. K., Gebel, E. S., & Peshko, M. S. (2018)			
<i>Sustaining Employability: A Process for Introducing Cloud Computing, Big Data, Social Networks, Mobile Programming and Cybersecurity into Academic Curricula</i>	Descrever um processo que introduz temas tecnológicos modernos nos currículos acadêmicos de universidades não técnicas.	Estudo exploratório que descreve um processo definido e testado durante um projeto de reforma curricular que ocorreu em duas grandes universidades da Europa Oriental, no qual possibilita o aumento e contribuição à sustentabilidade social, permitindo o acesso de estudantes não técnicos ao campo da Internet das Coisas (IoT) e a Indústria 4.0.	Descreve o processo que revela o impacto, ao longo dos anos, de um projeto financiado pela União Europeia que teve como objetivo introduzir os seguintes temas nos currículos acadêmicos de estudantes de administração: computação em nuvem, <i>big data</i> , programação móvel e social redes e cibersegurança (CAMSS).
Bologa, R., Lupu, A. R., Boja, C., & Georgescu, T. M. (2017)			
<i>Transfer of Model of Innovative Smart Factory to Croatian Economy using Lean Learning Factory</i>	Descrever um processo de implementação de uma linha de montagem híbrida, integrando conhecimento ao currículo em cursos de engenharia.	Estudo exploratório de descrição de uma prática do projeto <i>Innovative Smart Enterprise</i> (Croácia) com a simulação de uma fábrica real através de equipamentos especializados.	Descreve os métodos e ferramentas adaptados e implementados no processo e análise do projeto quanto na análise devem ser dimensionados e ajustados para uso industrial, como parte da transferência de conhecimento da universidade para as empresas.
Gjeldum, N., Mladineo, M., & Veza, I. (2016)			
<i>Emerging curriculum for industry and human applications in Internet of Things</i>	Descrever a necessidade de novos currículos em Internet das coisas (IoT) para os níveis de mestrado, doutorado e engenharias.	Estudo exploratório que discute sobre o desenvolvimento de currículos, no Projeto ALIOT, financiado no âmbito do programa Erasmus +, na União Europeia, sobre adaptação de programas acadêmicos às necessidades do mercado de trabalho.	Descreve a implementação do Projeto ALIOT, como um programa de educação e pesquisa para o domínio da Internet das Coisas (IoT) no cenário Europeu. Na construção de múltiplos modelos de domínios (redes de cluster) de aplicativos IoT em que estão a indústria 4.0.
Kharchenko, V., Illiashenko, O., Boyarchuk, A., Sklyar, V., & Phillips, C. (2017)			
<i>IoT - review of critical issues</i>	Revisar criticamente sobre uma ciência da Internet das coisas (IoT) na transformação de uma sociedade virtualizada e o futuro do trabalho.	Revisão crítica de estudos da literatura sobre a complexidade do contexto sócio-político-econômico entre Internet das Coisas (IoT) e a sociedade.	Analisa papel da internet das coisas (IoT) como potencial sistema de vigilância local e grande repositório de informações, criação de conhecimento e tomada de decisão autônoma e virtualizada.
Romaniuk, R. S. (2018)			

Fonte: dos autores (2018).

Para uma maior percepção e análise dos conceitos apresentados neste artigo foi utilizado um recurso denominado Nuvem de Palavras com o uso da ferramenta Wordclouds

(Disponível em <wordclouds.com>), apresentando as palavras destacadas nas palavras-chave dos artigos selecionados, disponíveis nas bases Scopus e Portal Capes (figura 1).

Figura 1: Nuvem de palavras das publicações identificadas.



Fonte: elaborados pelos autores.

Na revisão integrativa da literatura realizada, se estabelece uma inter-relação com as palavras identificadas, os objetivos, os métodos e os resultados das 5 publicações selecionadas em atendimento aos objetivos desta pesquisa. Nesse sentido, no decorrer do próximo capítulo, para a construção de uma análise descritiva, buscou-se discorrer sobre os aspectos relacionados que foram identificados.

Deste modo, os aspectos identificados nos quatro estudos de experiências práticas e na análise crítica da revisão da literatura são os seguintes: preparação de recursos humanos para o trabalho na Indústria 4.0; tendências tecnológicas emergentes, referindo-se principalmente à Internet das Coisas (IoT) e ao desenvolvimento de laboratórios remotos de robótica e de experimentação em inovação; bem como, transferência de conhecimento das universidades para as empresas, considerando, também, uma revisão multidisciplinar nos currículos.

4. RESULTADOS

Ao relacionar os conceitos teóricos da Educação em Rede e a temática da Indústria 4.0, este estudo buscou contribuir para uma reflexão acerca da complexidade da mediação do

conhecimento e aprendizagem em um contexto de produção industrial em transformação, visto que autores como Aires, Kempner-Moreira & Freire (2017) reconhecem a importância para desenvolvimento de competências, compartilhamento de conhecimento e o uso de novas tecnologias digitais como desafio e tendência na Indústria 4.0.

De forma abrangente, a pesquisa destaca três tendências pedagógicas e tecnológicas emergentes que representam a interdisciplinaridade e a convergência entre os processos de ensino e aprendizagem em rede e o trabalho produtivo para otimização e automação das indústrias, que são:

- (1) Internet das Coisas (IoT) - destaca-se nas publicações pesquisadas por interconectar sistemas e objetos de uso cotidiano, no qual ressalta-se a relevância em desenvolver habilidades de domínio dessas aplicações por estudantes;
- (2) Laboratórios remotos de robótica ou espaços de experimentação e aprendizagem proporcionado pela engenharia e o design para o desenvolvimento de soluções automatizadas com o uso de peças de robótica, impressoras 3D, peças e componentes para usos diversos, entre outros dispositivos digitais;
- (3) Laboratórios de experimentação e inovação, denominados FAB-LAB, também são evidenciados aqui como cenários em que o conhecimento será produzido para atender às demandas da Indústria 4.0, visto que em um futuro próximo muitas das profissões atuais deixarão de existir e outros novos trabalhos serão constituídos, considerando um contexto social inserido neste movimento de produção em ampla expansão.

O conceito de IoT, segundo Moreira, Magalhães, Ramos & Vairinhos (2017), foi apresentado no documento *NMC Horizon Report 2012* como uma tendência a ser adotada nas instituições de ensino para os próximos 5 anos, se referindo, assim, a uma evolução dos objetos inteligentes que interconectam objetos físicos e informação digital. Segundo os autores supracitados, em 2015, este documento, que tratou das tendências tecnológicas e dos seus desafios da educação no ensino superior, cita novamente a IoT como uma tendência emergente que beneficiaria a educação a longo prazo, destacando que os estudantes utilizariam os recursos tecnológicos de seus *mobiles* para o conhecimento interdisciplinar. Exemplificando estas questões, cada relatório *NMC Horizon Report* apresentou a visão de especialistas para tratar da relevância educacional, por meio de exemplos da vida real (Johnson, L; Adams Becker, S.; Estrada, V.; Martín, S., 2012).

Igualmente, a IoT foi apontada como um fenômeno de conectividade eletrônica do século XXI, que envolve computadores, softwares, conectividade em rede, entre outros, estando presente na vida cotidiana como um componente importante ao permitir que pessoas

acompanhem assuntos pessoais e conduzam o trabalho, a partir de locais remotos (Ritz & Knaac, 2017). A IoT significa também a representação de serviços inovadores que aumentam a eficiência e a produtividade (Bandyopadhyay & Sen, 2011), considerada, em um sentido mais amplo, para fomentar o desenvolvimento de diversas aplicações, visando tornar a internet mais imersiva e abrangente, em que é possível explorar as mais avançadas tecnologias de comunicação em serviços de valor agregado na administração de cidades inteligentes (Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, 2014).

Por isso, o mercado de trabalho futuro deverá desenvolver desde já, habilidades de domínio em IoT. As tendências previstas pelos especialistas, nos documentos *NMC Horizon Report*, demonstraram que o uso desta aplicação será massivo, deste modo, a partir dela outras competências devem ser desenvolvidas, o que amplia a responsabilidade das instituições de ensino na oferta de estruturas mais adequadas de conhecimento.

Da mesma forma, as instituições educacionais precisarão desenvolver laboratórios de experimentação para aplicar práticas de inovação com seus estudantes. Especificamente, nos artigos identificados, na revisão integrativa da literatura, observaram-se relatos de experiências, em projetos europeus, com envolvimento de universidades, governo e empresas privadas. Esses projetos desenvolvem o financiamento à pesquisa e à inovação envolvendo estes três agentes, e, conseqüentemente, beneficiando a sociedade.

Os laboratórios remotos de robótica, também representam tendências previstas no *NMC Horizon Report*, relatório produzido pela *New Media Consortium (NMC)* elaborado por uma comunidade que contempla especialistas de universidades, faculdades, Museus e Centros de Pesquisa. O trabalho da comunidade *NMC* é o de estimular e promover a exploração e uso de novas mídias e tecnologias para a aprendizagem e expressão criativa (*NMC Horizon Report*, 2018). Para estes especialistas, o entendimento que se deseja construir é do estudante que passa a ser o “criador” de experiências participativas e colaborativas, passando por experiências de experimentação para a inovação em um caminho criativo, proporcionado pelas engenharias e o design, com o uso de peças para a robótica, impressoras 3D, entre outros dispositivos digitais, acessíveis a um número maior de pessoas. Assim, como evidenciado na tese de Silva (2006) os laboratórios de experimentação remota contribuem para uma vivência real daqueles estudantes que não podem acessar um laboratório presencialmente, na qual deve ser considerado o seu impacto na aprendizagem, não se restringindo apenas a uma alternativa de substituição de acesso ao laboratório presencial.

Outra tendência apontada são os chamados FAB-LAB, laboratórios de experimentação criativa, que são estimados pela Comissão Europeia como os promotores do desenvolvimento

científico e tecnológico em toda a Europa, para a maximização de programas de inovação. O Relatório independente do *High Level Group* (2017) aborda que a sociedade precisa estar envolvida diretamente nos programas de pesquisa e inovação da Europa. Neste sentido, o *CEO* do *High Level Group*, Pascal Lamy, destaca que a importância do envolvimento social no processo de imaginação, criatividade e criação, que envolve os laboratórios de experimentação criativa, proporcionam os “LAB”; através de pesquisa, os “FAB”, por meio da inovação e fabricação competitiva; e, também, os “APP”, aplicações para o benefício de toda a sociedade. Neste sentido é que surge o nome do relatório produzido, “LAB – FAB – APP — *Investing in the European future we want*”, que trata de 12 recomendações para maximizar o impacto dos futuros programas de investigação e inovação da União Europeia, em que cada recomendação é exemplificada por uma ação-chave.

Por fim, a última discussão se baseia sobre o papel das universidades em uma Educação em Rede, com base na construção de um currículo multidisciplinar e a participação de todos os atores sociais no processo da Indústria 4.0. O currículo multidisciplinar integra diferentes saberes e fortalece o desenvolvimento de multicompetências. Para Moreira e Silva (1995, p. 22), “o currículo não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social”. Para os autores supracitados, o currículo implica em relações de poder, na transmissão de visões sociais e particulares, na produção de identidades individuais e sociais particulares, não sendo um elemento transcendente e atemporal, na qual possui uma história, no modo como a sociedade e a educação se organizam.

As redes na educação fazem parte da sociedade em rede, denominada por Castells (2010), em que são destacados três importantes aspectos: revolução da tecnologia da informação e comunicação, crises econômicas referentes ao capitalismo e estatismo e apogeu de movimentos sociais. Neste contexto, as instituições educacionais necessitam gerir um conhecimento aberto que ultrapasse as fronteiras da Hélice Tríplice “universidade-indústria-governo” (Etzkowitz; Zhou, 2017), com vistas à inovação e ao empreendedorismo, mas, ao mesmo tempo, gerando uma inovação que agregue valor social.

Para Audy (2017, p. 82), a respeito desse envolvimento da sociedade, considera que “abordagens mais recentes incorporam a própria sociedade ou as pessoas (cidadãos) como uma quarta hélice, gerando o modelo da Quadrupla Hélice”. Neste caso, os parques tecnológicos, denominados como áreas dos Ecossistemas de Inovação, imbricado nas parcerias da universidade, governo e indústria representam o potencial criativo, inovador e tecnológico de suporte para uma Educação em Rede.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do artigo foi identificar as principais relações existentes entre Educação em Rede e Indústria 4.0, a partir de uma revisão integrativa da literatura. Deste modo, após as buscas nas Bases Scopus, Portal de Periódicos da Capes foram selecionados 05 artigos que se relacionam com o objetivo proposto. Com base nas publicações encontradas, a partir da análise de seus objetivos, métodos e resultados foram identificados 03 aspectos principais que apresentam uma inter-relação do conceito de Educação em Rede e Indústria 4.0.

O primeiro aspecto está relacionado com preparação de recursos humanos para o trabalho na Indústria 4.0, na qual a educação tradicional passa por transformações para o desenvolvimento de novas competências de futuras profissões advindas da 4ª revolução industrial. O segundo aspecto trata das tendências tecnológicas emergentes, na qual a Internet das Coisas (IoT) se destaca, como cenário tanto na produção como na educação, bem como são evidenciados os espaços para o desenvolvimento da criatividade e à inovação, a partir dos laboratórios remotos de robótica e de experimentação para a inovação. E, o terceiro aspecto, que trata da transferência de conhecimento aberto das universidades para as empresas, incluindo a sociedade como um agente direto a ser impactado no processo de transformação digital, no qual deve ocorrer no ambiente acadêmico com ações que vão desde a adoção de um currículo inter-multidisciplinar, à criação de parques tecnológicos com foco no empreendedorismo e na inovação social.

No entanto, cabe ressaltar que esta pesquisa se delimitou a uma investigação inicial sobre as potencialidades do tema, pois conforme exposto anteriormente, além da complexidade dos conceitos apresentados, ainda, em continuidade, recomenda-se investigar mais amplamente os demais conceitos derivados de uma transformação tecnológica global.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC – Brasil, pelas bolsas de doutorado, pelo auxílio para a participação no evento e pelo incentivo à pesquisa junto ao PPGEHC, UFSC, Brasil.

REFERÊNCIAS

- Ahuett-Garza, H. & Kurfess, T. (2018). A brief discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart manufacturing. *Manufacturing Letters*, 15, 60–63.
- Aires, R., Kempner-Moreira, F., & Freire, P. (2017a). Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In VII International *Congress of Knowledge and Innovation - CIKI*.
- Aires, R., Kempner-Moreira, F., & Freire, P. (2017b). Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. *SUCEG – Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo*, 1(1), 224-247.
- Audy, J. (2017). A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. *Estudos Avançados*, 31(90), 75-87.
- Bandyopadhyay, D. & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49-69.
- Bologa, R., Lupu, A. R., Boja, C., & Georgescu, T. M. (2017). Sustaining Employability: A Process for Introducing Cloud Computing, Big Data, Social Networks, Mobile Programming and Cybersecurity into Academic Curricula. *Sustainability*, 9(12), 2235.
- Brasil. Ministério da Ciência, T. I. E. C. (2017). Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil. Brasília: MCTIC.
- Castells, M. (2010). *A Sociedade em rede: A era da informação: economia, sociedade e cultura*. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Etzkowitz, H. & Zhou, C. (2017). Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. *Estudos Avançados*, 31(90), 23-48.
- Freire, P. S. (2013). *Aumente a qualidade e quantidade de suas publicações científicas*. Manual para elaboração de projetos e artigos científicos. Curitiba: CRV.
- Gjeldum, N., Mladineo, M., & Veza, I. (2016). Transfer of model of innovative smart factory to Croatian economy using Lean Learning Factory. *Procedia CIRP*, 54, 158-163.
- Gomez, M. V. (2005). *Educación em red: una vision emancipadora para la información*. México: Universidad de Guadalajara.
- Hermann, T., Pentenk, M. & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios, *49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3928-3937.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V. & Meira, A. (2012). Technology Outlook for Brazilian Primary and Secondary Education 2012-2017: An NMC Horizon Project Sector Analysis. Austin, Texas: *The New Media Consortium*.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0 - *Securing the Future of German Manufacturing Industry* (Final Report of the Industry 4.0 Working Group). National Academy of Science and Engineering.
- Kharchenko, V., Illiashenko, O., Boyarchuk, A., Sklyar, V., & Phillips, C. (2017). Emerging curriculum for industry and human applications in Internet of Things. In *Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 2, 918-922.
- Khomchenko, V. K., Gebel, E. S., & Peshko, M. S. (2018). Educational robotics as part of the International Science and Education Project" Synergy" in realizing the social needs of

- society on the road to the Industrial Revolution" Industry 4.0". *EAI Endorsed Trans. Energy Web*, 5(16), e4.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. Tradução de Carlos Irineu da Cost. São Paulo, Editora 34.
- Liao, Yongxin, Loures, Eduardo Rocha, Deschamps, Fernando, Brezinski, Guilherme, & Venâncio, André. (2018). The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. *Production*, 28, e20180061.
- Mittal, S., Ahmad Khan, M., Romero, D. & Wuest, T. (2017). Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors . *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*.
- Moran, J. M. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. In: Souza, C. A. de & Morales, O. E. T. (Org.). *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Vol. II.
- Moreira, A. F. B. & Silva, T. T. (1995). Sociologia e Teoria Crítica do Currículo: uma introdução. In: Moreira, A. F. B. & SILVA, T. T.. (Orgs.). *Currículo, cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez.
- Moreira, F. T., Magalhães, A., Ramos, F., & Vairinhos, M. (2017). The Power of the Internet of Things in Education: An Overview of Current Status and Potential. In: *Conference on Smart Learning Ecosystems and Regional Development*, 51-63.
- Mosconi, F. (2015). *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. New York: Routledge.
- Nakayama, R. S. (2017). Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para a Indústria 4.0 no Brasil. Tese de Doutorado – Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Nunes L. L. D. S. T., Rosa, L. Q., Souza, M. V., & Spanhol, F. J. (2017). Educação em rede: tendências tecnológicas e pedagógicas na sociedade em rede. *EmRede-Revista de Educação a Distância*. 3(2), 197-212.
- Ritz, J. & Knaack, Z. (2017). Internet of Things. *Technology & Engineering Teacher*. 76(6), 28-33.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2), 2158244016653987.
- Romaniuk, R. S. (2018). IoT–review of critical issues. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 64(1), 95-102.
- Silva, J. B. D. (2006). A Utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Brasil.
- Santos, B. D. S., & Almeida Filho, N. D. (2008). A universidade no século XXI: para uma universidade nova. Coimbra: Almedina.
- Souza, M. V. (2015). Mídias Digitais, Globalização, Redes e Cidadania no Brasil. In: Souza, M.V. & Giglio, K. (Org.). *Mídias Digitais, Redes Sociais e Educação em Rede Experiências na Pesquisa e Extensão Universitária*. São Paulo: Blucher, 15-45.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22-32.