

DESAFIOS DO ENSINO SUPERIOR NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Cleunisse Aparecida Rauen De Luca Canto¹

Ana Cristina Cravo Miguel²

Patrícia de Sá Freire³

Gertrudes Aparecida Dandolini⁴

João Artur de Souza⁵

RESUMO

A Quarta Revolução Industrial é marcada por avanços tecnológicos emergentes em vários campos, incorporando um novo conceito na sociedade e para os seres humanos. O ensino superior, como um espaço de compartilhamento do conhecimento, configura-se como um *locus* para estudar as novas tecnologias e aumentar a competência das pessoas. Assim, com o objetivo de identificar os desafios apontados na literatura para o ensino superior, no contexto da Quarta Revolução Industrial, realizamos uma revisão sistemática pautada com a seguinte questão da pesquisa: Quais são as evidências apontadas em estudos teórico-empíricos quando se trata da Quarta Revolução Industrial e seus efeitos sobre o ensino superior? Para tanto, utilizamos as bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Eric*, *Scienc Direct* e *Google Scholar* para realizar, de forma sistemática e estruturada, esta revisão. Dos 24 artigos selecionados, 10 foram alvo deste estudo. Os resultados mostraram que conhecer os conceitos da Quarta Revolução Industrial permite que as instituições de ensino superior melhorem suas estratégias e sua capacidade de processos, criando modelos diferenciados e aumentando a eficiência no gerenciamento e de conhecimentos. Concluímos que os impulsionadores tecnológicos da Quarta Revolução Industrial são conhecimentos essenciais para o ensino superior, garantindo um indivíduo vinculado às mudanças necessárias nesta nova era.

PALAVRAS-CHAVE: Quarta Revolução Industrial. Indústria 4.0. Ensino Superior. Gestão do Conhecimento.

1. Doutoranda,
e-mail:
cleocanto@
gmail.com
2. Mestre,
e-mail: ana.
cravo1@
gmail.com
3. Doutora,
e-mail:
patricia
desafreire@
gmail.com
4. Doutora,
e-mail:
gtude@egc.
ufsc.br
5. Doutor,
e-mail:
jartur@
gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A forma como vemos o mundo muda radicalmente em cada nova Revolução Industrial. O uso crescente da energia do vapor em trabalho mecânico, o estabelecimento da eletricidade baseado em linhas de produção em massa e a inserção dos dispositivos eletrônicos programáveis marcaram as três primeiras revoluções. A quarta, no entanto, focou no desenvolvimento da internet, de sensores pequenos e potentes, de *software* e *hardware* cada vez mais sofisticados, de máquinas que aprendem e colaboram criando gigantescas redes de ‘coisas’, tudo com preços mais acessíveis. (COELHO, 2016).

Nesta nova era, segundo apontou Schwab (2017) em seu livro *A Quarta Revolução Industrial*, a evolução e o desenvolvimento da sociedade colocam-nos a bordo de uma nova revolução tecnológica. Revolução esta que alterará profundamente a forma como somos, vivemos, trabalhamos e nos relacionamos, algo diferente de tudo aquilo que já foi experimentado pela sociedade. Para o autor, esta mudança afetarà o futuro do trabalho, pois novos modelos de negócios surgirão, exigindo uma reformulação da produção, do consumo, dos transportes e dos sistemas logísticos, gerando, com isso, desigualdade social e de renda.

Esta revolução, como apontou Van Thai (2017), é a base da transição de uma economia baseada em recursos para uma economia baseada no conhecimento. Economia esta que impactará nas demandas por emprego, nas habilidades das pessoas e nos padrões de recrutamento, repercutindo na ampliação das lacunas de competências no mercado de trabalho (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

EDUCAR NESTE NOVO CENÁRIO REQUER DAS INSTITUIÇÕES UM PENSAMENTO FOCADO EM UMA SOCIEDADE HARMONIOSA DE BEM-ESTAR E QUE DESENVOLVA UM INDIVÍDUO CAPAZ DE LIDAR COM QUESTÕES ÉTICAS E MORAIS OU COM OS RISCOS DESTA NOVA ERA (LEE, 2017A; 2017B). O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO ESTÁ NO FAVORECIMENTO DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, QUE PRIORIZE A RELAÇÃO PROFESSOR-ALUNO COM BASE NO DIÁLOGO, NA ÉTICA, NO RESPEITO MÚTUO E NA AUTONOMIA DE CADA EDUCANDO, ALÉM DE INCENTIVAR A CRIATIVIDADE, A CURIOSIDADE, O ESTÍMULO À DESCOBERTA E O RACIOCÍNIO LÓGICO; ENFIM, ENSI-NAR A PENSAR (FREIRE, 1996).

Neste contexto, esta pesquisa justifica-se pela relevância que a educação representa para a promoção da competitividade dos setores produtivos e, conseqüentemente, pela contribuição para a formação de profissionais mais aderentes às novas demandas que a Quarta Revolução Industrial vem apontando nestes últimos anos. Portanto, para atender ao objetivo de identificar os desafios apontados na literatura para o ensino superior, no contexto da Quarta Revolução Industrial, a seguinte questão de

pesquisa norteou este estudo: Quais são as evidências apontadas em estudos teórico-empíricos quando se trata da Quarta Revolução Industrial e seus efeitos sobre o ensino superior?

Para responder a esta indagação, investigamos os pressupostos teórico-empíricos publicados

em bases de dados, de fontes primárias e secundárias, que contribuíssem, de alguma forma, com o avanço dos estudos científicos produzidos nesta área. Assim, dez estudos que atenderam aos critérios de pesquisa foram selecionados e estão descritos neste artigo, que foi construído em cinco seções.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No ano de 2009, durante o Congresso Mundial sobre o Ensino Superior, reunido pela Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas (UNESCO), 150 países discutiram a importância de priorizar políticas que ampliassem o acesso ao ensino superior, além da qualidade e equidade na educação. A utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e o uso de sistemas educativos baseados em ‘*open and distance learning*’ (ODL) foram apontados como necessários, pois permitem ampliar o acesso à educação de qualidade e propiciam condições de ampliação ao acesso, à qualidade e ao êxito na educação.

De forma geral, o comprometimento com a qualidade da educação se configura como um dos maiores desafios a serem enfrentados pelas sociedades contemporâneas, já que está calcada no modelo educativo consolidado no século XIX, em que o ensino de qualidade é aquele em que os conhecimentos são ‘bem’ transmitidos pelos professores e assimilados pelos estudantes (ARAÚJO, 2011).

Neste contexto, faz-se necessário reinventar a educação, já que esse modelo de escola e de universidade tem agora que dar conta, também, das demandas e das necessidades de uma sociedade democrática, inclusiva, permeada pelas diferenças e pautada no conhecimento inter, multi e transdisciplinar. Sob esse aspecto,

construir os princípios da gestão universitária adequados é, também, um dos desafios que os gestores e os pesquisadores enfrentam, e conhecer a história, os princípios e as características deste novo modelo de sociedade dará o suporte necessário nesta busca constante, dinâmica e plural (FREIRE, 1996).

Contribuir para fomentar a inovação e a transição nesta economia baseada no conhecimento (KURUCZLEKI, 2016), repassar conhecimentos e tecnologias universais que contribuirão para a construção de uma nova sociedade (LEE, 2017a), permitir que os estudantes operem como agentes neste novo contexto (SEMIONESCU; MASCU (2017) e desenvolver habilidades de pensamento crítico para a resolução de problemas complexos, com flexibilidade cognitiva, pensamento criativo e julgamento para a tomada de decisão (HIDAYAT; SUSILANINGSIH; KURNIAWAN, 2018) são requisitos essenciais para a educação superior.

Segundo Araújo (2011), a construção dos conhecimentos pressupõe um sujeito ativo, que participa de maneira intensa e reflexiva dos processos educativos, que constrói sua inteligência, sua identidade e produz conhecimento através do diálogo estabelecido com seus pares, com os professores e com a cultura, na própria realidade cotidiana do mundo em que vive.

Para Schwab (2017), a Quarta Revolução Industrial é caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos, que se tornaram mais baratos, e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquinas). Para o autor, o que torna a Quarta Revolução Industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos (foco em robôs, carros autônomos, novos materiais e nanotecnologia), digitais (com *big data*, IoT e inteligência artificial) e a biotecnologia (com aplicações na agricultura, na pesca, na medicina, no processamento de alimentos, na proteção ambiental, em energia renovável, na química e em materiais).

Neste cenário, haverá “produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes” (COELHO, 2016, p. 15), beneficiando-se de dispositivos, sensores e pessoas que, mediados pela internet, ampliarão a capacidade de comunicação (YETIS; BAYGIN; KARAKOSE, 2016). Termos como ‘Indústria 4.0’, ou ‘*smart factory*, *intelligent factory*’ ou *factory of the future*, trarão *insights* sobre a

fábrica no futuro (MACKENZIE, 2015), e junto virão os desafios para o mundo do trabalho e da produção. Conforme apontou Schwab (2017, p. 55),

“[...] O DESAFIO QUE ENFRENTAREMOS TRARÁ NOVAS FORMAS DE CONTRATOS SOCIAIS E DE EMPREGOS, ADEQUADOS À MUDANÇA DA FORÇA DE TRABALHO E A NATUREZA EVOLUTIVA DO TRABALHO”. PARA O AUTOR, AS INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS SÃO OS LOCAIS MAIS IMPORTANTES PARA AS IDEIAS PIONEIRAS E DEVEM FOCAR EM PROGRAMAS OUSADOS E INOVADORES, JÁ QUE ATUALMENTE OS INCENTIVOS À CARREIRA E AS CONDIÇÕES DE FINANCIAMENTO FAVORECEM MAIS AS PESQUISAS INCREMENTAIS E CONSERVADORAS.

3 MÉTODO

3.1 PROTOCOLO

Esta revisão sistemática utilizou como base o *check-list Preferred Reporting Items for Systematic Reviews na Meta-Analyses (PRISMA)*, proposto por Moher *et al.* (2015), para a definição das etapas da pesquisa.

3.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os artigos incluídos seguiram os seguintes critérios: todos que destacaram a Quarta Revolução Industrial como foco principal do estudo; exposição baseada em análises qualitativas, quantitativas, ou ambas; sem critérios predefinidos de comparação; e desfecho apontando

indicativos de aplicação no ensino superior. Não restringimos linguagem ou tempo de publicação. Resumos, revisões (literária, integrativa ou sistemática), livros, *papers* ou *abstract* de conferências não foram contemplados no estudo.

3.3 FONTES DE INFORMAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Os autores pesquisaram as fontes teórico-empíricas durante o mês de agosto/2018. Quatro bases de dados foram analisadas: *Eric*, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*, além do *Google Scholar* representando a literatura cinzenta. A combinação dos constructos '*Industrial Revolution*' e '*Education*', por tópico, foram utilizadas para cada base de dados. Os registros que retornaram das buscas foram exportados para o *Thomson Reuters Endnote X7 (Clarivate Analytics, Filadélfia, PA, EUA)* e os duplicados

removidos. A amostra foi definida após leitura do artigo completo.

3.4 SELEÇÃO DO ESTUDO E PROCESSO DE COLETA DE DADOS

Dois pesquisadores (CARLC e ACCM) selecionaram os artigos incluídos, usando uma abordagem de duas fases. Na primeira, levantaram títulos e resumos de forma independente, apontando os excluídos a partir da ausência de um dos constructos. Na segunda, realizaram a leitura do texto completo, aplicando os critérios de elegibilidade e identificando os estudos para inclusão. Para a coleta de dados, foram identificadas as características do estudo, o método, os resultados e as conclusões, quando aplicável. Dos 24 artigos resultantes da amostra, dez (10) foram selecionados para compor o presente estudo, pois atendiam aos critérios de inclusão.

4 RESULTADOS

4.1 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Os autores identificaram, em agosto/2018, 76 referências em quatro bases de dados eletrônicas. Na pesquisa com o *Google Scholar*, incluíram as primeiras 52 referências. A amostra totalizou 128 registros que, após a eliminação dos duplicados, permaneceu com 113. Destes, após análise de título e dos resumos, 24 permaneceram na amostra. A leitura do texto completo foi realizada nos 24 artigos recuperados, levando a exclusão de 14 deles, conforme consenso entre as pesquisadoras em detrimento dos critérios de elegibilidade.

4.2 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Os dez (10) estudos selecionados foram publicados entre os anos de 2014 e 2018. Destes, três focaram na correlação entre a Quarta Revolução Industrial e o currículo dos cursos no ensino superior (BAYGIN *et al.*, 2016; LEE, 2017a;2017b); quatro na influência do tema sobre as práticas/estratégias de ensino (JACQUES; LANGMANN, 2016; JASCHKE, 2014; KORTELA *et al.*, 2017; SIMIONESCU; MASCU, 2017); três sobre a Indústria 4.0, a gestão do ensino superior e o mundo do trabalho (FLYNN; DANCE;

SCHAEFER,2017; VANTHAI; ANH,2017; HIDAYAT *et al.*, 2018).

Os resultados do estudo foram tabulados e as informações são representadas na análise individual dos estudos, servindo como suporte para a discussão dos resultados.

4.3 ANÁLISE INDIVIDUAL DOS RESULTADOS

Uma síntese dos dez (10) estudos será apresentada neste tópico, com foco na análise e discussão dos dados individuais apontados pelos autores.

1. A Quarta Revolução Industrial e o currículo dos cursos no ensino superior

No estudo '*An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education*', Baygin *et al.* (2016) identificaram que o conceito de Indústria 4.0 é muito conveniente, especialmente para as ciências básicas de engenharia, como computação, eletrônica e engenharia de máquinas. De acordo com os autores, em curto prazo, a utilização de recursos, a produtividade do trabalhador e a redução do custo operacional serão as principais vantagens da indústria 4.0. Já em longo prazo, será a detecção de demanda constante, a automação de ponta a ponta, a otimização e a redução de resíduos. Ressaltaram que, para Alemanha e Estados Unidos, a falta de pessoal qualificado nesta área é uma das desvantagens, e que o currículo dos cursos de engenharia deve levar em consideração os princípios de *design* da Quarta Revolução Industrial, além de abordagens conceituais por meio de palestras e demais cursos de formação como parte do conteúdo a ser explorado.

Lee (2017a, b) apontou em seus dois estudos o '*Happiness and ethical values in higher education*' e o '*Higher education: teach happiness and wisdom*',

a importância de trabalhar as relações existentes entre felicidade e valores éticos no currículo do ensino superior. Em seu primeiro estudo, Lee (2017a) focou em quatro questões abrangentes de pesquisa: (i) quais são os conceitos gerais de felicidade e valores éticos?; (ii) porque o ensino superior deve buscar a felicidade?; (iii) por que valores éticos no ensino superior são importantes no meio da Quarta Revolução Industrial?; e, por fim, (iv) quais são os fatores e normas significativos para a construção da felicidade e dos valores éticos no ensino superior coreano na perspectiva da Quarta Revolução Industrial? Com base nos resultados, o autor sugeriu que a felicidade e os valores éticos são fatores importantes para lidar com a nova era da Revolução Industrial emergente. Concluiu que o ensino superior coreano deve enfatizar as normas morais e valores éticos ou fatores, como filantropia, caridade, gratidão, integridade, direitos humanos, bem comum, humanidade, justiça social, felicidade e cosmopolitismo para equilibrar o ensino superior tradicional com o emergente na Quarta era da Revolução Industrial.

Já no segundo estudo, Lee (2017b) examinou por que uma universidade deveria ensinar felicidade e sabedoria a partir de perspectivas religiosas com foco em três questões de pesquisa: (i) por que as instituições de ensino superior deveriam ensinar felicidade?; (ii) por que as instituições de ensino superior deveriam ensinar sabedoria?; e, (iii) como abordagens éticas podem ser tratadas sistematicamente no ensino superior coreano para ensinar felicidade e sabedoria? Os resultados apontaram que o ensino superior coreano deve considerar o planejamento de um novo currículo centrado na educação ética ou moral, bem como orientado em tecnologia ou conhecimento altamente científico para superar barreiras e dificuldades na Quarta Revolução

Industrial. Concluíram que, se universidades fortalecerem conhecimentos e habilidades cientificamente avançados para desenvolver tecnologia digital, biológica e física, além de robótica, inteligência artificial e biologia sintética sem ensinar educação ética ou moral, os seres humanos podem enfrentar ameaças ou riscos em uma competição entre seres humanos e robôs, bem como entre questões socioéticas entre humanos e máquinas.

2. Influência da Quarta Revolução Industrial sobre as práticas/estratégias de ensino

Jacques e Langmann (2016), no estudo intitulado *'Dual study: a smart merger of vocational and higher education'*, buscaram responder à seguinte questão de pesquisa: Quais competências os engenheiros devem ter para atender às demandas futuras? Para responder a esta questão, os autores olharam para o início da Quarta Revolução Industrial com sistemas cyber-físicos (CBS) e a entrada nos processos de automação e produção, chamados de Indústria 4.0. De acordo com os autores, o sistema de ensino superior precisa de uma transferência permanente de conhecimento para o desenvolvimento das competências requeridas. Apresentaram uma visão geral do sistema alemão de ensino superior, o modelo *'Dual Study'*, e a cooperação entre empresas e universidades, ressaltando que este é um modelo que expandirá nos próximos anos, especialmente nas engenharias, por causa da escassez de competências nos locais de produção na Alemanha. Concluíram que o modelo apontado preenche a lacuna entre habilidades profissionais e requisitos científicos e, portanto, é capaz de cumprir as exigências do futuro desenvolvimento tecnológico que o ensino superior requer.

No estudo *'Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: the*

use of competence snippets in laboratory courses and Industry 4.0', Jaschke (2014) focou na facilitação do processo de aprendizagem móvel em ensino técnico-profissional e de engenharia para a indústria 4.0. De acordo com o autor, *'mobile learning'* e *'e-learning'* são de particular importância para o ensino, já que os processos de trabalho estão mudando ou até mesmo não são transferíveis. Ressaltaram que a aprendizagem deve ocorrer ao longo dos processos e os educadores devem se instruir neste sentido, produzindo dados que podem ser analisados automaticamente e instruindo/ensinando os trabalhadores antes de um impacto ocorrer. O autor concluiu que, se os processos de aprendizagem podem ser desencadeados por dados dos sistemas cyber-físicos decorrentes dos processos de trabalho, que isso permite treinamento móvel nos cenários de trabalho. O autor propôs, então, o uso de competência que pode ser acessado facilmente via QR Codes ou dados do processo dentro das organizações.

Kortela *et al.* (2017) enfatizaram, no estudo *'Educational setup for Service Oriented Process Automation with 5G testbed'*, haver um desafio constante na indústria de processos para reduzir custos devido à forte concorrência no mercado global. De acordo com os autores, com o avanço nas novas tecnologias, como Arquitetura Unificada de Comunicações de Plataforma Aberta (OPC UA), Ethernet Industrial, 5G e computação em nuvem, é possível implementar sistemas cyber-físicos econômicos (CPS) que permitam modelos de negócios flexíveis, reconfiguráveis, escalonáveis e interoperáveis. Essas tendências na indústria de processos devem ser levadas em consideração ao ensinar futuros engenheiros. No modelo citado no estudo, ao descrever a moderna configuração de automação de processos, que inclui três *miniplants* com conectividade 5G opcional, os autores

ressaltaram a importância de uma abordagem de ensino que permita aos estudantes implementar de forma independente seus próprios projetos e testá-los. Os autores concluíram que usando essa infraestrutura os estudantes obtêm conhecimento com tecnologia industrial emergente e se tornam os atores da indústria.

Simionescu e Mascu (2017) com o intuito de responder se a gamificação pode ser mais eficaz do que a abordagem tradicional no ensino de economia para uma geração de estudantes de uma universidade técnica em Bucareste, Romênia, realizou o estudo intitulado *Using gamification for teaching economics in technical higher education: an exploratory Research*. No centro da pesquisa exploratória, os autores avaliaram a perspectiva de estudantes da geração “Y” na gamificação e a habilidade de gamificação para influenciar estudantes em ensino superior a fim de alcançar melhores desempenhos de aprendizagem durante as aulas de Economia. Dois constructos principais nortearam o estudo: a apreciação e a utilidade percebida da atividade de aprendizagem gamificada. Os estudos revelaram que a gamificação no contexto descrito tem potencial para aumentar a motivação dos alunos na aprendizagem da Economia. No entanto, a introdução da gamificação pode ser difícil dentro de um contexto de inércia, mesmo que o fator macroambiente (Quarta Revolução Industrial acompanhada da Internet das Coisas) coloque gamificação na aprendizagem como um tema que requer atenção ao nível do sistema romeno de ensino superior.

3. A Indústria 4.0, a gestão do ensino superior e o mundo do trabalho

Flynn, Dance e Schaefer (2017), no estudo intitulado *Industry 4.0 and its potential impact on employment demographics in the UK*, investigaram o impacto da Indústria 4.0 no sistema educacional a partir da seguinte pergunta de

pesquisa: O Reino Unido está preparado para adaptar-se à mudança necessária e para retrainar a força de trabalho de fabricação em resposta às novas exigências trazidas pela Indústria 4.0? Avaliando os indicadores do setor manufatureiro, a prontidão para a inovação, a utilização de TIC e os principais indicadores setoriais, os autores observaram que se o futuro desemprego tecnológico for mais grave entre as funções de trabalho com tarefas de rotina, o Reino Unido está bem posicionado para fazer a transição para a Indústria 4.0, do ponto de vista do emprego, sendo a TIC o facilitador-chave. Concluíram que o futuro desta pesquisa está no desenvolvimento desses indicadores, incorporando um conjunto mais amplo de fontes e identificando ponderações apropriadas como parâmetros. No entanto, mais pesquisas são necessárias para quantificar a capacidade de resposta da educação às demandas trabalhistas. Este pode ser um fator crítico na quantificação do risco de *déficits* de habilidades e desemprego tecnológico.

No estudo *The 4.0 industrial revolution affecting higher education Organizations' operation in vietnam*, Van Thai (2017) identificou que a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) afetará quase todos os setores da economia, mas que o grau de impacto vai variar. Apontou que os mais influentes são indústrias intensivas em mão de obra, como vestuário e eletrônicos, já que estas possuem centenas ou até milhares de trabalhadores e que haverá desafios quando a automação estiver aumentando. Ressaltou, ainda, que o sucesso de uma organização de ensino superior será influenciado por fatores internos e externos ao seu ambiente, podendo aumentar seu sucesso se adotar estratégias não apenas para entender os fatores existentes, mas prevendo mudanças e tirando proveito destas mudanças dentro dos ambientes em que opera. Os resultados mostraram que a operação das organizações de ensino superior no Vietnã foi

afetada pela qualidade dos recursos humanos, por mudanças ambientais e pela capacidade tecnológica. Concluíram que a Quarta Revolução Industrial afetará o mundo digital e mudará a força de trabalho, e que as pessoas podem facilmente obter informações e aprender da maneira que desejam para acompanhar esta nova era.

Hidayat, Susilaningsih e Kurniawan (2018), no estudo intitulado *The effectiveness of enrichment test instruments design to measure students creative thinking skills and problem-solving*, desenvolveram uma pesquisa de testes baseada no pensamento criativo, na habilidade para resolver problemas, na média dos resultados de aprendizagem e na completude. A primeira fase do estudo foi composta por testes preliminares obtidos de dados de instrumentos utilizados por professores de química e mediarão apenas o aspecto de memorizar e entender o conceito. O segundo estágio foi para estabelecer o *design* de produto, os instrumentos de teste de enriquecimento projetados com base em quatro indicadores de pensamento criativo desenvolvidos por Munandar (2012) e quatro indicadores de solução de problemas criados por Polya (1985). A terceira etapa foi para o desenvolvimento, abrangendo a experimentação de pequena e grande escala e a implementação. A última etapa foi do instrumento de teste de enriquecimento, utilizado e desenvolvido por professores da SMK Raja Permaisuri Bainun como um instrumento de teste alternativo, objetivando testar a eficácia do teste de enriquecimento realizado. Os autores enfatizaram que a validade dos instrumentos de teste (teste de enriquecimento, resposta dos alunos e professores) foi considerado válido por especialistas em instrumentos e muito válido pelo especialista em conteúdo e pelos especialistas em raciocínio criativo e habilidades de resolução de problemas. Concluíram que os instrumentos de teste de

enriquecimento e o questionário de resposta dos alunos são considerados confiáveis em cada tentativa do estágio de desenvolvimento, sendo eficazes para medir o pensamento criativo, as habilidades de resolução de problemas, e a proporção de completude, que alcançou 100%, e que os estudantes devem estar preparados para enfrentar os desafios da Quarta Revolução Industrial, tendo habilidades de pensamento criativo e para a solução de problemas.

4.4 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A relação entre a Quarta Revolução Industrial e as estratégias para o ensino superior foi explicitamente abordada nos estudos apontados por esta revisão sistemática, principalmente para o desenvolvimento do currículo da educação superior, com foco principal para as engenharias, já que é importante e essencial, para a organização sobreviver e crescer.

Com relação à pergunta da pesquisa, os artigos demonstram a necessidade de existir e de efetivar esta relação, com contribuições para criar métodos, novas estratégias ou disponibilizar novas ferramentas para promovê-la.

Com a emergente era da Quarta Revolução Industrial, o conhecimento científico e utilitário e a habilidade nas instituições de ensino superior estão aumentando ou se fortalecendo (LEE, 2017b), pois os conceitos de Indústria 4.0 trazem inovação em termos de indústria e de universidade (BAYGIN *et al.*, 2016), o que corrobora para que o sistema de ensino superior esteja atento aos impactos das empresas industriais e da necessidade de haver uma transferência permanente de conhecimento (JACQUES; LANGMANN, 2016).

Um exemplo desta correlação é o modelo *Dual Study* alemão, focado nas engenharias, pois trata da cooperação entre empresas e universidades. Neste modelo, o vínculo pode acontecer de forma integrada, combinando formação profissional com duas qualificações e um grau de bacharel (40% deles); ou a partir da experiência de trabalho na indústria feito pelas universidades corporativas (48% deles); ou ainda de forma mista, combinando treinamento avançado e um bacharelado (12% deles). Conforme ressaltaram Jacques e Langmann (2016), o modelo *Dual Study* expandirá nos próximos anos, especialmente em engenharia, devido à escassez de competências, já que o programa preenche a lacuna entre habilidades profissionais e requisitos científicos, sendo capaz de cumprir com as exigências do futuro desenvolvimento tecnológico.

O destaque da Alemanha também foi apontado por Flynn, Dance e Schaefer (2017), quando investigaram o potencial impacto da Indústria 4.0 sobre o futuro emprego e a necessidade de um sistema educacional altamente responsivo para desenvolver a força de trabalho do amanhã. A Alemanha despontou como líder e foi seguida pelo Reino Unido, França e depois Itália, todas criando *insights* sobre a prontidão das nações europeias para responder às demandas da Indústria 4.0.

Outro enfoque importante quando se fala de Quarta Revolução Industrial e as estratégias de vínculo com o ensino superior é trazida por Lee *et al.* (2017a; 2017b). O autor ressaltou que o ensino superior nesta nova era precisa estar atento aos valores éticos, de códigos morais saudáveis e deve coexistir harmoniosamente para alcançar o bem comum dos seres humanos, enfatizando que é inevitável ensinar felicidade

e sabedoria em seu currículo (LEE, 2017a), além de estar no foco dos formuladores de políticas educacionais e administradores do ensino superior quando do planejamento de um novo currículo (LEE, 2017b).

Em se tratando de estratégias de ensino, a gamificação sugeriu níveis mais altos de envolvimento em comparação ao processo de aprendizagem quando outros métodos de ensino foram usados (SIMIONESCU; MASCU, 2017). Na mesma linha, o desenvolvimento de habilidades de raciocínio criativo dos alunos e de resolução de problemas com base na análise do pensamento criativo e competência de resolução de problemas mostraram-se eficazes (HIDAYAT *et al.*, 2018). O uso de simuladores, acessados remotamente para fins de treinamento e aprendizado (KORTELA *et al.*, 2017) complementam as indicações apontadas.

É importante destacar, no entanto, que a Indústria 4.0 resultará em mudanças substanciais no local de trabalho humano, e a interação entre humanos e máquinas durante os processos de resolução de problemas promoverão a troca de conhecimento e a aprendizagem recíproca (ANSARI; SEIDENBERG, 2016). As mudanças impulsionadas pela Quarta Revolução Industrial terão um grande impacto na economia de todos os países por um longo tempo de vida, conforme ressaltou Chala e Okana (2017), remetendo aos seguintes pressupostos teórico-empíricos para futuros estudos:

- mudança drástica na tecnologia global, logo o conteúdo e a natureza das condições de trabalho já estão sendo alterados, o que é e será um dos resultados no futuro;

- a organização da produção e a criação de cadeias de valor usando tecnologias de TI, robótica, personificação de propostas de consumo baseadas em processamento de *Big Data* e inteligência artificial focará mais no uso do potencial intelectual e criativo dos funcionários;
- novas exigências em relação ao trabalho, surgindo um trabalho inovador, que possui características distintas relacionadas à natureza e ao conteúdo do trabalho, resultando em uma profunda mudança na compreensão do papel e do lugar de cada indivíduo no sistema e na natureza socioeconômica;
- a mão de obra inovadora estará em grande demanda nos países desenvolvidos e nos países com economias emergentes;
- o impacto nos mercados de trabalho de países com fraco desenvolvimento econômico ainda é subestimado;
- lidar com os desafios da Quarta Revolução Industrial no mercado de trabalho só é possível por meio de uma estreita cooperação entre o Estado e as empresas;
- as previsões de desenvolvimento tecnológico exigem o estabelecimento de uma política estadual para especialistas em treinamento que será a força motriz do desenvolvimento inovador do estado.

Em síntese, em uma sociedade do conhecimento em que as demandas por habilidades, competências e conhecimento aumentam e mudam constantemente, a aprendizagem ao longo da vida (JÄGER *et al.*, 2014) tornou-se

fator crucial de produção nas economias desenvolvidas. Como os seres humanos são os portadores e utilitários do conhecimento, recursos humanos qualificados estão ganhando similaridade de grande relevância, avanços esses que são elementos das mudanças substanciais da Indústria 4.0 (KURUCZLEKI *et al.*, 2016).

De acordo com Schwab (2017, p. 35-37), no Brasil, há três grandes desafios para a Quarta Revolução Industrial: crescimento econômico, produtividade e emprego. Segundo o autor, no setor econômico, os impactos serão sentidos em várias dimensões, apesar de não haver consenso entre os economistas sobre quais seriam estes impactos; na produtividade, as mudanças estão nas indústrias, na cadeia de suprimentos, nos sistemas de saúde e nas cidades; e no emprego, que apesar de existir uma expectativa positiva com relação à capacidade de as novas tecnologias contribuírem para o desenvolvimento econômico, os impactos negativos pairam sobre os empregos a curto prazo, requerendo uma mitigação constante das profissões que serão impactadas, além das demandas pela força de trabalho com nova qualificação.

Neste sentido, observamos que os dez estudos apontaram para a mesma preocupação, principalmente por focarem no currículo dos cursos para atender às novas demandas do mercado de trabalho; no sistema de gestão, para tirar proveito das mudanças e ampliar a capacidade das instituições de ensino e atender aos novos parâmetros de mudanças; e no desenvolvimento de habilidades de pensamento criativo, para a resolução de problemas, tornando assim os novos profissionais preparados para enfrentar os desafios da nova era.

5 CONCLUSÕES

A revisão apontou, claramente, os pressupostos teórico-empíricos a serem considerados em estudos futuros para análise da Quarta Revolução Industrial e as estratégias para o ensino superior.

Observa-se que, tanto nos estudos que focam em currículos, quanto nos que focam em estratégias de ensino ou na gestão de instituições de ensino superior, a partir de diferentes lentes, a correlação entre os dois constructos pode ser considerada um importante instrumento para fortalecer as competências individuais e organizacionais na construção de valores distintivos para a competitividade demandada pela Quarta Revolução Industrial.

Outra evidência diz respeito às ações de programas que foquem no desenvolvimento do

pensamento crítico e de responsabilidade para a resolução de problemas, que na maioria dos casos limitam-se a de mão de obra específica. É necessário avançar na construção do indivíduo como agente de transformação deste processo, cabendo às empresas e às universidades estreitarem ainda mais os vínculos para garantir as demandas inerentes à Quarta Revolução Industrial.

Destacamos, porém, que tais constatações não são conclusivas, não podendo ser generalizada no campo da pesquisa, visto que este estudo se limitou à análise de dez artigos que retornaram das buscas sistemáticas a partir dos critérios predefinidos.



CHALLENGES OF HIGHER EDUCATION IN THE CONTEXT OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution is marked by emerging technological advances in various fields, incorporating a new concept in society and for human beings. Higher education, as a space for knowledge sharing, is configured as a locus for studying new technologies and increasing people's competence. Thus, in order to identify the challenges identified in the literature for higher education, in the context of the Fourth Industrial Revolution, we conducted a systematic review based on the following research question: What are the evidences pointed out in theoretical-empirical studies when it comes to fourth industrial revolution and its effects on higher education? For this, we use Scopus, Web of Science, Eric, Scienc Direct and Google Scholar databases to perform this review in a systematic and structured way. Of the 24 articles selected, 10 were the target of this study. The results showed that knowing the concepts of the 4th Industrial Revolution allows higher education institutions to improve their strategies and process capacity, creating different models and increasing management and knowledge efficiency. We conclude that the technological drivers of the fourth industrial revolution are essential knowledge for higher education, ensuring a bound individual the necessary changes in this new era.

KEYWORDS: 4th Industrial Revolution. Industry 4.0. Higher education. Knowledge management.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria do Rosário Guimarães. **Literatura cinzenta:** teoria e prática. São Luís: Edições UFMA/Sousândrade, 2000.
- ALVES, Flora. Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras. 2014. In: Gamification: Como engajar o seu público e otimizar os resultados. **DOT Digital Group**. Disponível em: <http://www.dotgroup.com.br>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- ANSARI, Fazel; SEIDENBERG, Ulrich. A Portfolio for Optimal Collaboration of Human and Cyber Physical Production Systems in Problem-Solving. **International Association for Development of the Information Society**, 2016.
- ARAÚJO, Ulisses F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD - Educação Temática Digital**, v. 12, p. 31-40, 2011.
- BAYGIN, Mehmet; YETIS, Hasan; KARAKOSE, Mehmet; AKIN, Erhan. An effect analysis of industry 4.0 to higher education. Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2016. **15th International Conference on**, 2016. IEEE. p.1-4.
- CHALA, Nina; POPLAVSKA, Oksana. **The 4th Industrial Revolution and Innovative Labor: trends, challenges, forecasts**. Cztowiek - Spoteczenstwo – Gospodarka, Zielona, 2017.

FLYNN, Joseph.; DANCE, Steven.; SCHAEFER, Dirk. Industry 4.0 and its potential impact on employment demographics in the UK. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 2017. **Conference Paper**. p.239-244.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saber necessário à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HIDAYAT, Taufiq; SUSILANINGSIH, Endang; KURNIAWAN, Cepi. The effectiveness of enrichment test instruments design to measure students' creative thinking skills and problem-solving. **Thinking Skills and Creativity**, v. 29, p. 161-169, 2018/09/01/ 2018.

JACQUES, Harald; LANGMANN, Reinhard. Dual study: A smart merger of vocational and higher education. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 2016. **Conference Paper**. p.434-437.

JÄGER, Andreas; BAUER, Jörg; HUMMEL, Vera; SIHN, Wilfried. LOPEC – Logistics Personal Excellence by Continuous Self-assessment. **Procedia CIRP**, v. 25, p. 69-74, 2014/01/01/ 2014.

JASCHKE, Steffen. Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: The use of competence snippets in laboratory courses and industry 4.0. *Interactive Collaborative Learning (ICL)*, **2014 International Conference on**, 2014. IEEE. p. 605-608.

KORTELA, Jukka; NASIRI, Babak; SMIRNOV, Alexander; LAHNALAMMI, Antton; JÄMSÄ-JOUNELA, Sirkka-Liisa. Educational Setup for Service Oriented Process Automation with 5G Testbed. **IFAC-PapersOnLine**, v. 50, n. 2, p. 127-132, 2017.

KURUCZLEKI, Eva; PELLE, Anita; LACZI, Renata; FEKETE, Boglarka. The Readiness of the European Union to Embrace the Fourth Industrial Revolution. **Management** (18544223), v. 11, n. 4, 2016.

LEE, Jeong-Kyu. **Happiness and Ethical Values in Higher Education**. 2017a.

_____. **Higher Education**: Teach Happiness and Wisdom. Online Submission, 2017b.

MOHER, David; LIBERATI, Alexander; TETZLAFF, Jennifer; ALTMAN, Douglas G.; GROUP Prisma. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Med.**, v. 6, n. 7, 2009.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EdiPro, 2016. 160p.

SIMIONESCU, Violeta.; MASCU, Simona. Using gamification for teaching economics in technical higher education: an exploratory research. In: SOARE, E. e LANGA, C. (Ed.). **Edu World 7th International Conference**, v.23, 2017. p.532-541.

VAN THAI, Huynh.; ANH, Ma Le Thi Kim. **The 4.0 industrial revolution affecting higher education organizations'operation in VIETNAM**. 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. **Global Challenge Insight Report**, Jan. 2016.

Data de recebimento: 23/05/2019

Data de aprovação: 27/07/2019

SOBRE OS AUTORES



Cleunisse Aparecida Rauhen De Luca Canto

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC/UFSC), área de concentração Engenharia do Conhecimento. Mestre em Psicopedagogia (UNISUL), com experiência de 10 anos em atendimento clínico. Especialista em Gerenciamento de Projetos (FGV). Graduação em Educação e TI. Autora de livros e de artigos científicos publicados em congressos, periódicos e como capítulos de livros. Indicada como finalista na seleção dos melhores artigos apresentados no 30º ENANGRAD, em 2019. Atuação na Educação Superior como suporte ao processo de supervisão e regulação (INEP/MEC), conseguindo conceitos de excelência em todas as avaliações (IES e Cursos). Atua na coordenação do ensino superior na Mantenedora, com foco na elaboração de diretrizes para processos de gestão das Faculdades SENAI, bem como na implantação de novos cursos, polos, unidades vinculadas, processos EaD, credenciamentos, reconhecimentos, implantação de polos, transformação da organização acadêmica, entre outros. Avaliadora do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) para credenciamento e reconhecimentos de IES, presencial e EaD. Docente da Pós-Graduação Lato Sensu, com ênfase em neurociência, em como as pessoas aprendem (cognição e metacognição); nos processos de aquisição do conhecimento;

nos processos de ensino e de aprendizagem; na avaliação da aprendizagem; nos processos de inclusão; nas metodologias ativas de aprendizagem; na metodologia do ensino superior; e na qualidade da informação. Atuação comprovada na educação presencial e EaD, tanto na graduação, quanto na Pós-Graduação e na Extensão. Membro efetivo do corpo editorial da Revista E-Tech: Tecnologias para a competitividade industrial e do Conselho Superior das Faculdades SENAI (5).



Ana Cristina Cravo Miguel

Mestrado em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Possui graduação em Serviço Social pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997), graduação em Licenciatura em Pedagogia para Educação Profissional pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2010), Pós-graduação em Administração e Supervisão Escolar pela UNIASSELVI (2010), Pós-graduação em Neuropsicopedagogia pela UNIASSELVI (2016) e Pós-graduação em Educação Especial pela UNIASSELVI (2019). Atualmente é coordenadora pedagógica no SENAI Florianópolis, atuando nas modalidades Aprendizagem Industrial, Técnico e na Faculdade de Tecnologia SENAI Florianópolis. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Profissional, atuando principalmente no seguinte tema: educação profissional, cursos técnicos, estágio, formação de professores, uso de mídias nas práticas pedagógicas e letramento.



Patrícia de Sá Freire

Durante mais de 30 anos foi consultora de gestão de mudanças estratégicas e pessoas para a inovação. Hoje é professora do Departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, assumindo o cargo de Coordenadora de Ensino. Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento/UFSC (2013). Mestre em EGC/UFSC (2010). Autora de três livros e mais de 100 artigos científicos publicados em congressos nacionais e internacionais, periódicos e capítulos de livros, destacando a coautoria de capítulos da obra *Interdisciplinaridade em Ciência Tecnologia & Inovação* contemplada com 2º lugar no Prêmio Jabuti no ano de 2011 e outros artigos premiados em congressos. Por dois anos seguidos, 2011 e 2012, foi escolhida como um dos cinco executivos de excelência em Gestão do Conhecimento no Brasil pelo MAKE Award Brasil. Ganhou o primeiro lugar geral do Prêmio de Mérito Acadêmico do Programa de Pós-graduação EGC/UFSC em 2009 e o primeiro prêmio para a área de gestão do conhecimento em 2010. Possui graduação em Pedagogia, com habilitação em Tecnologias da Educação, pela PUC/RJ (1986). É especialista em Marketing pela ESPM/RJ (1987) e em Psicopedagogia pela UCB/RJ (2006). Atualmente é líder do Laboratório ENGIN - Engenharia da Integração e Governança do Conhecimento para a Inovação e membro dos Grupos IGTI (Núcleo de Inteligência, Gestão e Tecnologia para a Inovação/UFSC) e, do KLOM (Interdisciplinar em Conhecimento, Aprendizagem e Memória Organizacional/UFSC). É Editora do *International Journal of Knowledge and Management (IJKEM)*. O foco das pesquisas, ensino e extensão

tem sido o Modelo Universidade Corporativa em Rede, Engenharia da Integração de ativos do conhecimento, Práticas, técnicas e ferramentas de Gestão do Conhecimento; Governança do Conhecimento e da Aprendizagem Organizacional; Governança Multi nível, Centro de Memória e Comunicação Organizacional, Gestão de Mudanças Estratégicas e Pessoas para a Inovação. Estes estudos envolvem constructos como a cultura, liderança e tecnologias interativas, aprendizagem e memória organizacional, planejamento e gestão estratégica, ativos intangíveis/capital intelectual, capacidade absorptiva, entre outros. Para as Universidades, especificamente, percebendo-a como importantes parceiras da tríplice hélice da inovação, o foco tem sido a inter e transdisciplinaridade, a otimização do processo de produções científicas de qualidade e os programas de extensão para a cocriação e coprodução entre universidade-empresa.



Gertrudes Aparecida Dandolini

Professora Titular da Universidade Federal de Santa Catarina. É Coordenadora Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Mestre (1997) e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (1992). Foi professora da Universidade Federal de Pelotas entre 2003 e 2007, onde foi coordenadora do curso de Matemática e do curso de Matemática na modalidade a Distância. Foi pesquisadora da Universidade Aberta do Brasil (UAB) até 2011. Atualmente é Professora Titular da Universidade Federal de Santa Catarina do

Departamento de Engenharia do Conhecimento, no qual foi coordenadora do PPGEGC entre 2016 e 2019, líder do Grupo de Pesquisa IGTI e membro do ENGIN - Engenharia da Integração e Governança do Conhecimento. Na graduação, ministrou as disciplinas de Teoria Geral dos Sistemas, Criatividade e Inovação e Gestão da Inovação. Na Pós-graduação, é professora do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC na área de inovação. Área de pesquisa atua principalmente com Front End da Inovação, Inteligência para Inovação, Gestão de Inovação, Inovação Social e Universidade Corporativa.



João Artur de Souza

Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e Pós-doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). Graduação em Matemática (Licenciatura) pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989), Mestrado em Matemática e Computação Científica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993), Graduação em Direito pelo Universidade do Sul Catarinense (UNISUL). Trabalhou na Universidade Federal de Pelotas de 1993 a 2007 como professor na área de Matemática, atuando também em Educação a Distância. Enquanto professor da Universidade Federal de Pelotas, foi coordenador do Curso de Matemática a Distância, trabalhando com Ambiente Virtual de Aprendizagem, preparação de material didático e objetos de aprendizagem. Atualmente é Professor da Universidade Federal de Santa Catarina no Departamento de Engenharia do Conhecimento líder do Grupo de Pesquisa IGTI e membro do Grupo

ENGIN - Engenharia da Integração e Governança do Conhecimento. Na graduação, lecionou as disciplinas das áreas de Métodos Quantitativos de Pesquisa, Gestão da Inovação, Lógica Matemática e Técnicas da Engenharia do Conhecimento. Na Pós-graduação, atuou como professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC na área de Engenharia do Conhecimento. Atuou também nas seguintes áreas de pesquisa: Gestão da Tecnologia da Informação, Educação a Distância, Inovação, Gestão da Inovação e Inteligência para Inovação. Possui experiência na área inteligência artificial, mais especificamente em Redes neurais, Conjuntos Difusos e Algoritmos Genéticos.

