



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Adriane de Cássia Camargos Porto

**AMBIENTES DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE
AUTOMAÇÃO NA SOCIEDADE TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA QUARTA
REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**

Belo Horizonte
2020



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Adriane de Cássia Camargos Porto

**AMBIENTES DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE
AUTOMAÇÃO NA SOCIEDADE TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA QUARTA
REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Educação Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Leila Saddi Ortega

Belo Horizonte
2020

Porto, Adriane de Cássia Camargos
P853a Ambientes de aprendizagem na formação do engenheiro de
automação na sociedade tecnológica no âmbito da quarta revolução
industrial. / Adriane de Cássia Camargos Porto. -- Belo Horizonte,
2020.
140 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em
Educação Tecnológica, 2020.
Orientador: Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos

Bibliografia

1. Ambiente de Aprendizagem. 2. Engenharia – Automação
Industrial. 3. Revolução Industrial. I. Ramos, Ivo de Jesus. II. Centro
Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título

CDD 371.334



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET
Portaria MEC nº. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Adriane de Cássia Camargos Porto

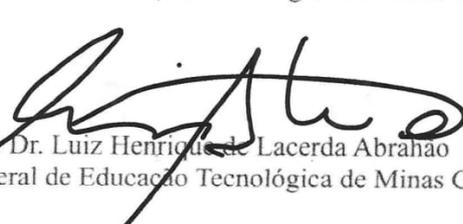
**“AMBIENTES DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO
DE AUTOMAÇÃO NA SOCIEDADE TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA
QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL”**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 19 de agosto de 2020, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:


Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos - Orientador
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Prof.ª Dr.ª Leila Saddi Ortega - coorientadora
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Prof.ª Dr.ª Adriana Maria Tonini
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Prof. Dr. Luiz Henrique de Lacerda Abrahão
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Essa etapa é dedicada primeiramente a Deus que está ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Carmem e Ary (in memoriam), pelos belíssimos exemplos de vida e amor incondicional que me fizeram tornar quem eu sou.

Aos meus filhos Amanda e Andre, por me mostrarem todos os dias que a vida se renova e que é necessário sempre aprender.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS por todas as oportunidades e caminhos trilhados.

A minha família por estar sempre ao meu lado e pelo amor, atenção, carinho e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos, por aceitar caminhar ao meu lado e por compartilhar valiosos conhecimentos.

A Prof^ª. Dr^ª. Leila Saddi Ortega, pela coorientação, apoio, gentileza, disponibilidade e riquíssimas contribuições.

Ao Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência - GEMATEC e seus membros, pela oportunidade de ingressar no mestrado e todas as contribuições ao longo do percurso.

A todos os professores do mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG que contribuíram para a construção de uma forma de pensar mais humana e reflexiva.

A Marcela de Lima Magalhães pela amizade, incentivo e por todo apoio durante o mestrado.

A Silvia Cota Machado pela imensa disponibilidade em ajudar.

Aos amigos de mestrado, companheiros de caminhada, pela amizade e colaboração.

Aos egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial – CEFET – Uned Araxá, participantes dessa pesquisa, que doaram o seu tempo e compartilharam vivências, de modo a contribuir para a concretização desse trabalho.

De modo muito especial, agradeço os professores doutores da banca de qualificação, que gentilmente aceitaram o convite para avaliarem o trabalho realizado.

“ Só é útil o conhecimento que nos torna melhores. ”

Sócrates

RESUMO

Essa dissertação de mestrado na área da Educação Tecnológica tem como objetivo analisar a formação e atuação dos egressos do curso de Engenharia de Automação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade de Ensino Descentralizada (UNED) – Araxá, na busca por compreender as relações entre a educação tecnológica e os ambientes de aprendizagem frente ao contexto da Quarta Revolução Industrial (QRI) também conhecida como Indústria 4.0, de modo a possibilitar uma apropriação do conhecimento específico em alinhamento com o momento tecnológico, bem como a formação de um profissional crítico e reflexivo. A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, pois não tem como intenção primária a quantificação numérica dos resultados encontrados. Somada à abordagem qualitativa, ressalta-se a abordagem exploratória, uma vez que se buscou trilhar um caminho estreito entre o objeto a ser investigado e o momento tecnológico contemporâneo da sociedade. Na busca por respostas para as questões de pesquisa foi utilizado o questionário como instrumento de coleta de dados. A formação profissional oferecida ao Engenheiro de Automação, participante dessa pesquisa, frente às demandas da sociedade tecnológica está pautada em uma estrutura que propicia a sua atuação em vários segmentos no mundo do trabalho. No que se refere às habilidades e os saberes considerados à sua formação para atuar no mundo da QRI, verificamos a necessidade de um debate que leve a discussão a possibilidade de novos conteúdos. Sobre a importância de ambientes de aprendizagem favorecerem a apropriação de conteúdos específicos e contribuírem na formação de um profissional crítico e reflexivo, bem como na requalificação profissional do Engenheiro de Automação, verificamos que diversos ambientes concorrem para que o engenheiro construa um perfil profissional com conhecimentos substanciais e postura questionadora, bem como o estímulo para que seja impulsionador da sua própria formação. E, por fim, os desafios que os engenheiros de Automação enfrentam, frente às múltiplas exigências provenientes da QRI, revelam a premência de atualização às novas tecnologias e acompanhamento constante de tendências. Compreendemos que a formação do Engenheiro de Automação no contexto da QRI requer uma busca constante por atualização e a inserção em ambientes de aprendizagem diversos onde se promova a aproximação com novas tecnologias e tendências, bem como discussões e debates pertinentes ao tema, tem papel significativo no desenvolvimento de habilidades e postura crítica para um satisfatório posicionamento profissional e social.

Palavras-chave: Ambientes de Aprendizagem. Engenharia de Automação. Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial.

ABSTRACT

This master's dissertation Technological Education area aims analyzes the formation and performance of egresses the Automation Engineering course of the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais – CEFET/MG – Decentralized Education Unit (UNED) – Araxá, in the search to understand the relations technological education and learning environments in the context of the Fourth Industrial Revolution (FIR) known as Industry 4.0, to enable an appropriation of specific knowledge in alignment with the technological moment, as well as the formation a critical and reflective professional. This research follows a qualitative approach, as its primary intention doesn't remain the numerical quantification of the results found. In addition qualitative approach, the emphasis is the exploratory approach, since it sought to tread a narrow path into the object to investigate and the contemporary technological moment of society. In the search for answers to the research questions, the questionnaire was used as a data collection tool. The professional training offered the Automation Engineer, participant this research, in the face the demands of the technological society, is based on a structure that propitiates his performance in several segments in the world of work. Regarding the skills and knowledge considered to his training to act in the world of FIR, we verified a necessity to debate that takes the possibility of discussion to the new content. Regards to the importance of learning environments favoring the appropriation of specific contents and contributing to the formation of a critical and reflective professional, as well as the professional requalification of the Automation Engineer, we verified that several environments compete for the engineer to build a professional profile with substantial knowledge and questioning posture, as the stimulus to promote his formation. And, finally, the challenges that Automation Engineers face, in the face of the multiple demands coming from FIR, reveal the urgency of updating new technologies and constant monitoring of trends. We understand that the training of the Automation Engineer in the context of FIR requires a constant search for updating and insertion in diverse learning environments where the approach to new technologies and trends, also discussions and debates pertinent to the subject, has a significant role in developing skills and critical posture for satisfactory professional and social positioning.

Keywords: Learning Environments. Automation Engineering. Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da carga horária do curso de Engenharia de Automação	54
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Relação de egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial – CEFET MG, cadastrados no site da Instituição até junho/2019 por ano de formação	69
Gráfico 2- Gênero dos egressos.....	69
Gráfico 3- Meio de contato com os egressos.....	73
Gráfico 4- Tempo de atuação na área.....	74
Gráfico 5- Área de atuação.....	75
Gráfico 6- Quantidade de participantes que acompanham informações referentes à QRI.....	76
Gráfico 7- Habilidades consideradas mais relevantes na formação do EA.....	85
Gráfico 8- Novo repositório para o conjunto de saberes no curso de graduação de EA.....	87
Gráfico 9- Ambientes de aprendizagem e suas contribuições na formação do sujeito integral	92
Gráfico 10- Relações entre questões axiológicas e concepção dos artefatos	94
Gráfico 11- Desafios a serem enfrentados e oportunidades de novas experiências	96
Gráfico 12- Formação profissional e alinhamento com a QRI.....	100
Gráfico 13- Incorporação de requisitos profissionais.....	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Atuação profissional atual dos egressos.....	71
Quadro 2- Interação dos participantes com o tema QRI	77
Quadro 3- Bases tecnológicas e digitais consideradas prioritárias na QRI e a quantidade de participantes que acompanham essas informações.....	79
Quadro 4- Efeitos decorrentes da QRI na sociedade.....	80
Quadro 5- Percepção sobre o processo de elaboração e desenvolvimento dos artefatos tecnológicos.....	93

LISTA DE SIGLAS

AMP	<i>Advanced Manufacturing Partership</i>
AMP 2.0	<i>Acceleration US Advanced Manufacturing</i>
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPEX	<i>Capital expenditure</i> (Investimento em bens de capital)
CEFET – MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CES	Câmara de Educação Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
DPRODEPT	Grupo de Pesquisa Desenvolvimento Profissional Docente: Entre o Saber e o Fazer na EPT
DPPG	Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação
EA	Engenheiro de Automação
IA	Inteligência Artificial
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
KAMS	<i>Korea Advanced Manufacturing System</i>
MEC	Ministério da Educação
MG	Minas Gerais
PBL	<i>Project Based Learned</i>
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
QRI	Quarta Revolução Industrial
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNED	Unidade de Ensino Descentralizada
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO	13
Capítulo 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
Capítulo 3 – REFERENCIAL TEÓRICO	30
Capítulo 4 – REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	36
Capítulo 5 - ENGENHARIA, ENGENHEIRO E SEUS CONTEXTOS	43
Capítulo 6 - METODOLOGIA	59
Capítulo 7 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
Capítulo 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA.....	110
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	124
ANEXO A – Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Automação Industrial	127
ANEXO B - Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002	131
ANEXO C - Resolução CNE/CES Nº 2, DE 24 DE Abril de 2019	135

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho é compreender as relações dos ambientes de aprendizagem na formação do engenheiro de automação na sociedade tecnológica no âmbito da quarta revolução industrial. Esta investigação insere-se no âmbito da educação profissional e tecnológica, pois possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências profissionais específicas do Engenheiro de Automação, bem como a estruturação do pensamento reflexivo e crítico frente aos desafios e tomada de decisões favoráveis à sua atuação no mundo do trabalho. Manter-se atualizado com as novas tecnologias utilizadas nos processos industriais tornou-se um desafio para os profissionais atuantes no campo da engenharia.

Em busca de melhoria nos índices de produtividade e qualidade de seus produtos e serviços as indústrias necessitam de processos produtivos mais eficientes capazes de reduzir os tempos de paradas não programadas, os custos operacionais e os riscos inerentes ao ambiente laboral.

Os projetos industriais de automação possuem a característica de garantir o desempenho das plantas fabris em vários segmentos industriais. Os sistemas automatizados permitem o controle e a rastreabilidade de dados indicativos de produtividade, planejamento, manutenção, gestão de ativos, interligação de todos os dispositivos e equipamentos, bem como malhas de comunicação por meio de sistemas de controle.

Diante desse contexto, durante todas as fases do projeto, o Engenheiro de Automação deve estar atento às solicitações do cliente, visto que cada segmento industrial tem as suas particularidades, bem como demandas para utilização de novas tecnologias. O Engenheiro de Automação, frente ao projeto industrial desejado pelo cliente, inicia a busca por informações e tecnologias a serem implantadas de forma a atender à expectativa do empreendimento, aliado ao custo previamente estimado e prazo de implantação. Em busca de soluções modernas, eficazes e eficientes a Indústria 4.0 surge como temática de discussão para a implantação de projetos industriais.

Determinados projetos industriais podem apresentar cronogramas de curta duração em função da necessidade de implantação já ter sido definida por algum motivo específico. Nesses casos, de modo especial, a demanda por novas tecnologias que contemplam as expectativas dos clientes requer alto desempenho por parte da equipe de Automação e Instrumentação, para que as soluções possam ser compreendidas e implantadas dentro de um prazo favorável, de forma a tornar exequível a composição de um *capital expenditure* (CAPEX) e posterior implantação.

Nesse “compreender” surge o processo de desenvolvimento da comunicação e aprendizagem junto às equipes de trabalho que, inseridas em ambientes de aprendizagem propícios, trocam informações durante as fases de planejamento, execução e implantação dos projetos.

A motivação para o desenvolvimento da pesquisa sobre o egresso Engenheiro de Automação, surgiu em um momento de disrupção tecnológica, percebida durante a atuação profissional da pesquisadora na área de projetos industriais de Automação e Instrumentação no segmento de Mineração e Siderurgia.

Atuando na área de desenvolvimento de projetos industriais há mais de 25 anos como projetista nas áreas de Automação, Instrumentação e Elétrica em equipes multidisciplinares, pode-se observar o crescimento do papel do Engenheiro de Automação no que se refere à definição de utilização de novas tecnologias em diversos modos de produção.

O interesse pelo mestrado se origina com uma inquietação no ambiente de trabalho em desenvolvimento de projetos, ou seja, surgem momentos de observação sobre novos modos de produção e conseqüentemente demandas por atualização constante e aprendizado por parte do Engenheiro de Automação. O desejo de aprofundar nos estudos sobre a temática foi ao encontro da disciplina “Ambientes de Aprendizagem” do mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) no primeiro semestre de 2018. Durante as aulas fui surpreendida com o estudo do livro *How people learn: brain, mind, experience, and school* (Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola), de Bransford, *et al.* (2000), idealizado pelo Comitê de Desenvolvimento da Ciência da Aprendizagem juntamente com a Comissão de Educação e Ciências Sociais e do Comportamento e Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos. O tema abordado no livro busca, por meio de situações reais vividas em sala de aula, ajudar professores e escolas a compreenderem como se dão os processos de aprendizagem. O estudo do livro contribuiu para o desenvolvimento da proposta de pesquisa, que se resume nessa dissertação.

No segundo semestre de 2018, ao cursar a disciplina “Iniciação à Filosofia da Técnica, da Tecnologia e da Engenharia”, na mesma instituição de ensino, foi possível compreender um pouco mais sobre a temática. Esses momentos de estudo propiciaram discussões sobre diversos aspectos relacionados à técnica e à tecnologia, engenharia, sociedade, cultura bem como seus aspectos éticos e morais. Frente a notáveis seminários, a partir de livros específicos referentes aos temas apresentados para estudo e debates, observamos que a tecnologia carrega em si vários

aspectos a serem discutidos e que podem ainda não configurar um consenso entre estudiosos do tema, de forma a caracterizar amplo campo a ser estudado. Vale ressaltar a importância do entendimento referente aos conceitos de “técnica” e “tecnologia” e a sua não neutralidade, bem como a diferença de conceituação entre “artefatos tecnológicos” e “tecnologia”.

Diante da busca por significados, Dusek (2009) aponta que analisar as diversas definições de tecnologia nos leva a discutir sobre tipos alternativos de termos do mesmo modo acerca de especificações da tecnologia. Mesmo que não exista um consenso acerca do termo tecnologia, a busca por elucidações poderá resultar em uma satisfatória exploração do conteúdo “tecnologia”. O autor destaca que os pontos de convergência e divergência frente ao entendimento do que se define tecnologia podem trazer relevantes contribuições para o entendimento do tema.

Os desdobramentos das discussões de pontos divergentes e convergentes a respeito do termo tecnologia nos remete às revoluções industriais. Segundo Cavalcante e Silva (2011), foram marcadas pelos processos de produção em massa nas linhas de montagem, pelo desenvolvimento da eletricidade e pelo avanço das tecnologias digitais da informação e comunicação. A quarta revolução industrial tem um impacto mais profundo e exponencial e se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, conforme Schwab (2016).

O impacto da revolução tecnológica denominada Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial (QRI) inclina-se a criar um movimento com tendência a transformações na economia, nos negócios, na sociedade, no trabalho e na educação. Dessa forma, a inovação tecnológica promove mudanças no mundo do trabalho e requer novas competências e habilidades necessárias para o exercício profissional, que por sua vez pode determinar um modelo educacional atualizado, bem como ambientes de aprendizagem propícios a atender essa demanda.

Segundo Teixeira Filho (2000, apud AIRES, MOREIRA e FREIRE, 2017) cada revolução industrial é baseada em um desenvolvimento tecnológico que estabelece um perfil de trabalhador peculiar, com conhecimentos e habilidades necessários ao momento tecnológico.

Analisar o momento intitulado Quarta Revolução Industrial com a educação tecnológica torna-se relevante em função das novas habilidades requeridas pelo mundo do trabalho contemporâneo. As revoluções industriais anteriores marcaram a história por meio de inovações

tecnológicas que fomentaram mudanças e geraram reestruturações sociais e econômicas. Pode-se destacar, entre essas, a alteração da estrutura escolar que passou a ter a atribuição de formar o indivíduo para o mercado de trabalho e o desenvolvimento das cidades naquela época. Refletir sobre as mudanças ao longo do tempo nos ajuda a compreender o passado e tentar vislumbrar o futuro da educação e trabalho para o século XXI.

A educação para o século XXI, conforme Lengel (2013) propõe novas configurações nos ambientes escolares e espaços de aprendizagem, mais abertos e colaborativos, onde os estudantes são incentivados a resolver problemas e preparados para se adaptarem em espaços os quais favoreceriam a articulação entre os mundos físico, digital e biológico.

Abordaremos nessa pesquisa, as transformações no mundo do trabalho e a educação profissional e tecnológica, com base em dados históricos que permitam compreender o conjunto de mudanças que culminaram nos marcos das revoluções industriais. A princípio, pode-se inferir que as fases da revolução industrial se relacionam com o processo educacional e promovem transformações no perfil dos trabalhadores ao longo do tempo com o propósito de atender às demandas do mundo do trabalho.

O termo “Indústria 4.0” surge pela primeira vez em 2011, na feira de Hannover na Alemanha, como uma proposta de projeto de estratégias direcionadas à tecnologia. O objetivo era discutir as alterações e a evolução nos processos industriais a serem vislumbrados mundialmente. A concepção da conexão entre máquinas, sistemas e ativos por meio de redes inteligentes, eficientes e flexíveis que passariam a controlar as etapas dos processos industriais de forma autônoma. As máquinas seriam responsáveis por executar boa parte dos trabalhos considerados repetitivos, visto que conseguem dar respostas mais rápidas e tomadas de decisões precisas devido aos grandes avanços da engenharia e da tecnologia. O avanço tecnológico iria demandar novas exigências profissionais priorizando a capacidade intelectual em detrimento da capacidade técnica e manual.

Analisar de modo responsável os aspectos éticos relacionados à QRI perpassa pela reflexão sobre a utilização de tecnologias visando o crescimento econômico e social, a finalidade de facilitar o trabalho, aumentar as oportunidades de emprego e renda familiar. Alguns estudiosos, entretanto, questionam os impactos da tecnologia sobre os postos de trabalho. Para Schwab (2016), a tecnologia e a automação poderão produzir uma disrupção com impactos significativos na natureza do trabalho, independente de ocupações e setores, de modo que o

questionamento passará a ser em função da inclusão da automação e a substituição das formas de trabalho.

Em consonância com as afirmações acima, Ribeiro (2017) enfatiza a relevância do envolvimento dos profissionais nos processos, em razão de se alterar a maneira de agir e pensar a tecnologia. As tarefas com maior interface de tecnologia passam a ter predominância sobre as que requerem esforço físico. A formação continuada do profissional é destacada de forma a propiciar a inclusão de novos requisitos a serem demandados. Nesse sentido o autor ressalta a importância de desenvolvimento de centros equipados de forma a propiciar que o profissional se atualize *on-line* e possibilite a avaliação da aprendizagem e conseqüentemente adequações no método de ensino.

Segundo Schwab (2016) o ser humano possui capacidade para se adaptar ao novo contexto tecnológico, mas a velocidade, a amplitude e a profundidade das transformações nos processos torna a QRI um desafio para quem já está no mundo do trabalho tendo em vista a necessidade de deslocamento para novas atividades em função da tecnologia. Nesse sentido, pode-se perceber um vínculo entre o avanço do processo tecnológico e o crescimento de cargos que requerem habilidades criativas e cognitivas em detrimento de atividades rotineiras e repetitivas.

Problema e questões de pesquisa

Esta pesquisa se propõe a contribuir na compreensão de como a educação tecnológica tem estruturado os ambientes de aprendizagem de forma a favorecer que o Engenheiro de Automação alcance a qualificação profissional e as competências necessárias para atuar no mundo da Quarta Revolução Industrial integrando conhecimentos específicos, tecnológicos, morais e éticos em concordância com a atual cultura tecnológica.

É nesse cenário que emerge o seguinte problema: Como têm sido estruturados os ambientes de aprendizagem, na educação tecnológica, na formação de Engenheiros de Automação que possam atender as atuais demandas da cultura tecnológica no âmbito da Quarta Revolução Industrial?

Frente a essas considerações e da questão de pesquisa, tem-se como propósito analisar as seguintes questões norteadoras:

- Quais são as habilidades e os saberes necessários ao Engenheiro de Automação para atuar e ser capaz de atender as demandas do mercado de trabalho?;
- De que maneira outros ambientes de aprendizagem, além da instituição formadora, podem contribuir com a formação do Engenheiro de Automação para que possam atuar em uma cultura tecnológica em contínua transformação?;
- De que forma os atuais ambientes de aprendizagem podem favorecer a apropriação de conhecimentos acadêmicos específicos e a formação de um profissional crítico e reflexivo?;
- Quais são os desafios a serem enfrentados pelo Engenheiro de Automação diante das múltiplas exigências advindas da Quarta Revolução Industrial?;
- Como tem sido a formação do Engenheiro de Automação no sentido de atender as atuais demandas da cultura tecnológica?

Grinspun (2001) enfatiza que a era tecnológica demanda a formação de um indivíduo mais humano e crítico, de tal forma que a construção do conhecimento esteja alinhada ao contexto da tecnologia, desde o momento da invenção até o momento da inovação. Que o sujeito possa, além de criar a tecnologia, desfrutar dela de forma consciente sobre sua própria formação com um olhar para a sociedade.

A associação da educação tecnológica com a formação ampla do sujeito também é salientada por Durães (2009). Segundo a autora, além das capacidades técnicas específicas, o conhecimento científico e as habilidades para desenvolvimento e administração de tecnologias inovadoras são necessários ainda que o cidadão seja capaz de se posicionar de maneira determinante na sociedade.

A formação do profissional com desempenho satisfatório diante de novos desafios e a criação de ambientes de aprendizagem alinhados à evolução tecnológica ainda parece estar em construção quando se trata da implantação da Indústria 4.0, entretanto, no ramo industrial as alterações nos processos aos poucos tornam-se uma realidade.

Frente a esse contexto busca-se compreender o processo de aprendizagem para a execução de uma tarefa específica, quando a inserção no mundo do trabalho já é uma realidade e configura-se como um processo dinâmico e singular. Os ambientes de aprendizagem contribuem para o

desenvolvimento de profissionais experientes e também iniciantes, sendo que a maneira de desenvolvimento pode ocorrer com um grupo de profissionais com maior qualificação e competência, bem como por meio de um protagonismo que terá como motivação a apropriação do conhecimento de forma autodidata.

Diante do desafio de compreender o papel da educação tecnológica e a estrutura dos ambientes de aprendizagem no âmbito da QRI, pesquisar os egressos do curso de Engenharia de Automação poderá trazer uma elucidação sobre o processo de aprendizagem esperado do profissional para o século XXI, bem como a apropriação do conhecimento frente às inovações tecnológicas de forma a assegurar uma integração entre conhecimentos técnicos, tecnológicos e seus aspectos morais e éticos.

Para Schwab (2016), no que se refere à Indústria 4.0 não estamos limitados a escolher “aceitar viver com ela” ou “rejeitar viver sem ela”, posto que a tecnologia e seus avanços incorporam uma reflexão sobre quem somos e nosso olhar para o mundo criando novos significados.

Objetivos Geral e Específicos

A pesquisa que se apresenta tem como objetivo geral contribuir com o debate sobre os ambientes de aprendizagem na formação do Engenheiro de Automação Industrial do curso de graduação do CEFET-MG Uned Araxá, da sociedade tecnológica no âmbito da Quarta Revolução Industrial.

Como objetivos específicos buscou-se:

- I. Analisar o currículo referente à formação profissional do Engenheiro de Automação e sua concordância com as demandas da sociedade tecnológica;
- II. Identificar as habilidades e os saberes a serem considerados na formação do Engenheiro de Automação para atuar no mundo da Quarta Revolução Industrial;
- III. Analisar como os atuais ambientes de aprendizagem favorecem a apropriação de conteúdos específicos e contribuem na formação de um profissional, ético, reflexivo e crítico;
- IV. Compreender se outros ambientes de aprendizagem, além da instituição formadora, contribuem para a formação e requalificação profissional do Engenheiro de Automação; e

- V. Identificar quais são os desafios que os engenheiros de Automação enfrentam, frente às múltiplas exigências provenientes da Quarta Revolução Industrial.

Na busca por respostas relacionadas ao processo formativo no curso de graduação em Engenharia de Automação Industrial, bem como suas relações com os ambientes de aprendizagem no âmbito da QRI, surge a pesquisa intitulada: “Ambientes de aprendizagem na formação do Engenheiro de Automação da sociedade tecnológica no âmbito da Quarta Revolução Industrial”, que se insere na Linha de Pesquisa IV – Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia, do Mestrado em Educação Tecnológica, do CEFET-MG.

A dissertação está organizada em oito capítulos, sendo que o primeiro capítulo apresentou a introdução da temática a ser investigada, bem como o problema de pesquisa e as questões que nortearam a investigação, de forma a criar uma estrutura lógica para entendimento das questões propostas.

No segundo capítulo será apresentada a revisão bibliográfica baseada em pesquisa de artigos postados no portal de periódicos acadêmicos para a sustentação da temática bem como a metodologia adotada na revisão.

O referencial teórico será apresentado no terceiro capítulo, visto que os temas apresentados nesta dissertação já foram estudados e discutidos por autores que trazem à luz de seus relatos, discussões, experiências e pontos importantes que devem ser incorporados, pois tratam de assuntos afins com as questões de pesquisa.

No quarto capítulo apresentaremos um pouco da história das revoluções industriais com origem no Ocidente, as transformações que corroboraram com o processo industrial e culminou em novas formas de trabalho, educação, relações entre a burguesia e a classe trabalhadora, organização das cidades, criação de artefatos tecnológicos e várias descobertas. Neste capítulo apresentamos as principais características da Quarta Revolução Industrial (QRI), que teve início em 2011 na Feira de *Hanover* - Alemanha e passa a ser discutida e inserida no momento atual.

Uma breve história da engenharia e seus contextos, será contada no quinto capítulo, pois é por meio de relatos de autores que se debruçaram sobre o tema que buscamos compreender como surge a figura do engenheiro. Neste capítulo será apresentado alguns tópicos a respeito da engenharia no Brasil e a engenharia de automação, como também temas relacionados à formação do engenheiro, um pouco das legislações anteriores e vigentes e a atuação do

engenheiro no mundo do trabalho, bem como os ambientes de aprendizagem e suas contribuições para a formação do engenheiro. Nesse capítulo discutiremos um pouco das relações entre o EA e a tecnologia, já que se torna relevante abordar tópicos como a ciência e a sociedade, a proximidade com a tecnologia e a formação de um sujeito profissional reflexivo e crítico.

A metodologia será detalhada no sexto capítulo, quando será descrito o tipo de pesquisa e a abordagem metodológica, o delineamento do domínio da pesquisa, as etapas planejadas e percorridas para que a mesma se tornasse exequível. Ainda nesse capítulo detalharemos um pouco sobre o questionário que constituiu o instrumento de coletas de dados e os meios pelos quais nos aproximamos e interagimos com os participantes da pesquisa.

O sétimo capítulo traz em seu conteúdo abordagens referentes aos resultados e discussões, onde serão enfatizadas as contribuições dos participantes da pesquisa em função dos questionamentos que foram feitos por meio do instrumento de coleta de dados e a partir de tais respostas e opiniões fizemos as triangulações necessárias com os referenciais teóricos selecionados para esse trabalho.

O oitavo capítulo discursa sobre as considerações finais a respeito de todo o trabalho realizado, bem como sugestão de temas que poderão ser abordados em futuras pesquisas.

Na sequência, apresentamos as referências, os apêndices e anexos, partes integrantes dessa dissertação.

Capítulo 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica consistiu na busca de artigos científicos que se aproximavam da temática sobre a formação do Engenheiro de Automação no âmbito da QRI. A partir do levantamento de publicações no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), buscamos identificar produções acadêmicas sobre o tema de nossa pesquisa. Após a definição dos descritores “Ambientes de Aprendizagem”, “Engenharia de Automação”, “Indústria 4.0” e “Quarta Revolução Industrial”, iniciamos a busca por artigos revisados por pares delimitando o período de publicação de 2015 a 2019 e publicados no idioma Português, com alguns filtros que direcionassem a temática para o objetivo de busca desejado, de forma a conseguir um diálogo com o tema apresentado.

Segundo Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica tem como propósito a busca por bibliografias que se tornaram públicas, como boletins, jornais, revistas, publicações avulsas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico, entre outros. Podem também ser considerados os meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisual: filmes e televisão. Segundo as autoras é necessário que o pesquisador entre em contato com muito do que já foi escrito, dito ou filmado sobre a temática a ser discutida.

Com base nos artigos selecionados por meio da revisão bibliográfica, nove trabalhos trazem em seu conteúdo estudos alinhados com os descritores selecionados de modo a contribuir para a pesquisa. Os trabalhos selecionados foram de: Figueiredo (2016); Arbix *et al.* (2017); Canan e Sudbrack (2018); De Luca *et al.* (2018); Marafon *et al.* (2018); Carvalho e Duarte Filho (2018); Santos *et al.* (2018); Magalhães (2019); e Porath, Travassos Júnior e Tilp (2019).

Artigos relacionados com o descritor “Ambientes de Aprendizagem”

Na tratativa ao descritor “Ambientes de Aprendizagem”, buscamos encontrar artigos que abordassem o tema além dos espaços formais de aprendizagem, de modo a construir um conceito mais amplo, visto que os processos de ensino e de aprendizagem podem acontecer em ambientes diversos.

Identificamos por meio da busca com o descritor “Ambientes de Aprendizagem” uma diversidade de temas relacionados. Dos 37 artigos encontrados, muitos tratavam de

metodologias a serem adotadas e de forma restrita alguns artigos se relacionavam a ambientes que favorecem a educação *continuada*.

Desafiador se tornou encontrar o conceito que se relacionasse à apropriação do termo “Ambientes de Aprendizagem” para essa pesquisa. Conseguimos compreender com Ades e Barbosa (2018) que a aprendizagem acontece em todos os ambientes onde o ser humano está inserido. A partir de tal referência construímos a concepção de ambientes de aprendizagem como um ambiente favorável à troca de conhecimentos, experiências e emoções sem a limitação de momentos pré-determinados e em lugares diversos.

Sustentado em sua fundamentação filosófica, pedagógica e sociológica, Figueiredo (2016) traz uma breve abordagem da Pedagogia dos Contextos de Aprendizagem. Seu estudo se baseia no envolvimento de três situações distintas, todas no ensino superior, com o objetivo de compreender como se daria a aprendizagem em grupos, avaliação participativa e crítica e contextos sociais com a utilização das Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação (TDIC), de maneira a compreender a concepção dos ambientes de aprendizagem inseridos nos contextos de aprendizagem. A primeira situação buscou compreender a aprendizagem em dois cursos de formação inicial, um de professores e outro de educação de infância em Portugal, no curso de ensino Superior Politécnico. A segunda situação envolveu estudantes de Ciências da Educação e Psicologia de seis unidades distintas. A terceira situação contou com a participação de estudantes do Curso de Jornalismo. A partir das situações propostas verificou-se que contextos de aprendizagem podem abranger ambientes de aprendizagem em diversos formatos, bem como uma diversidade de estratégias pedagógicas, de forma a constituir uma prática favorável para a educação do século XXI.

O estudo realizado por Canan e Sudbrak (2018), aborda uma perspectiva histórica dos dias atuais a respeito dos cursos de graduação no Brasil, de modo a compreender os rumos da educação brasileira e como as políticas para a Educação superior são delineadas. Utilizaram as informações disponibilizadas em fontes bibliográficas que retratam o tema e os dados do Censo da Educação Superior do Brasil no ano de 2016. Os autores apontam e discutem algumas dificuldades vivenciadas pelos países latino-americanos tais como: baixa escolaridade, falta de moradia, desigualdade econômica e cultural. Eles entendem que tais dificuldades podem comprometer o acesso à educação superior de tal modo a dificultar a construção de ambientes de aprendizagem que favoreçam pesquisas e discussões críticas. Os autores destacam a importância de uma melhor qualificação da educação superior, para que o foco seja a formação

de um sujeito integral a ser inserido no mundo do trabalho e não apenas para atender as demandas do mercado de trabalho.

Magalhães (2019), avalia a contribuição da Aprendizagem Baseada em Projetos – *Project Based Learning* (PBL) em dois cursos de engenharia para conteúdos matemáticos, de modo a identificar as percepções dos estudantes sobre essa metodologia de trabalho, bem como as dificuldades. A experiência de ensino em PBL teve a participação de estudantes do 1º ano de Engenharia de dois cursos, sendo que 33 participantes cursavam Licenciatura em Engenharia de Sistemas Elétricos de Energia (LESEE) e 36 cursavam Licenciatura em Engenharia mecânica (LEM). A metodologia proposta foi desenvolver um projeto interdisciplinar de “Pêndulo” para os estudantes de LESEE e de um “Pistão do motor de um automóvel” para os estudantes de LEM, onde as experiências seriam descritas em relatórios, apresentações públicas e entrevista. Os resultados demonstraram que os estudantes do curso LESEE desenvolveram maior gestão do projeto, uma vez que o mesmo teve o envolvimento de outras disciplinas curriculares, o que não foi observado com os resultados do projeto do curso LEM. O autor ressalta a importância da criação de ambientes de aprendizagem que forneçam condições próprias e específicas de aprendizado da disciplina Matemática, além de trabalho em equipe, envolvimento interdisciplinar e relações interpessoais, competências que convergem para a formação do Engenheiro.

Artigos relacionados com o descritor “Engenharia de automação”

Ao buscar pelo descritor “Engenharia de Automação”, iniciamos por compreender os termos “Engenharia” e “Educação Tecnológica”, tendo em vista as origens da profissão e o foco de ensino profissional e tecnológico da instituição na qual esta pesquisa foi realizada.

A educação tecnológica, conforme Grinspun (2001), pode ser percebida como um termo complexo, pois trata de uma área pedagógica com fundamentos na atividade técnico-científica, de modo a favorecer a construção de conhecimentos para formar indivíduos inseridos na cultura de seu tempo, ou seja, um sujeito social participante das mudanças.

De forma a complementar o significado, Grinspun (2001) salienta que a educação tecnológica se destina a formar sujeitos mais críticos e conscientes na criação de novas tecnologias, que

sejam capazes de utilizar a crítica e a reflexão para que a tecnologia possa ser utilizada de maneira precisa e humana.

No que tange o entendimento do termo Educação Profissional e Tecnológica (EPT) a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, vinculada ao Ministério da Educação, conceitua da seguinte forma:

A educação profissional e tecnológica (EPT) é uma modalidade educacional prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) com a finalidade precípua de preparar “para o exercício de profissões”, contribuindo para que o cidadão possa se inserir e atuar no mundo do trabalho e na vida em sociedade. Para tanto, abrange cursos de qualificação, habilitação técnica e tecnológica, e de pós-graduação, organizados de forma a propiciar o aproveitamento contínuo e articulado dos estudos. (BRASIL, 2018).

Mediante o contexto de educação profissional e tecnológica, buscamos pelo descritor “Engenharia de Automação”, uma das subdivisões da “Engenharia”. Observamos que a busca com o descritor se mostrou bastante restrita, apenas cinco artigos, o que nos levou a refletir sobre tais motivos. Verificamos que o termo “Automação” se mostra mais discutido.

Para entendimento do termo “Engenharia de Automação” utilizamos como referência as definições que se encontram no *site* do CEFET-MG Uned Araxá, cujo objetivo geral do curso é:

Formar profissionais com uma sólida e qualificada fundamentação, tanto conceitual como prática, com uma base de conhecimento que os prepare para atuar no processo produtivo e no desenvolvimento técnico e científico do país, considerando-se os aspectos políticos, sociais, culturais, econômicos, ambientais, humanos e éticos, relacionados direta ou indiretamente à sua atuação. (CEFET-MG, s.d.)

Marcial, Guimarães e Resende (2013, apud MARAFON et. al., 2018), nos trazem a definição de automação como a atuação de dispositivos mecânicos ou elétricos que intertravados executam funções de modo a aperfeiçoar a eficiência e segurança na operação. A automação objetiva a redução de custos e eliminação de perdas.

A Engenharia na evolução e desenvolvimento social do homem é abordada por De Luca et al. (2018), com o objetivo de compreender os aspectos mais relevantes nessa relação. Para tanto realizaram uma busca por artigos e trabalhos científicos utilizando a pesquisa avançada do Google. Os autores identificaram que a Engenharia aparece como uma área de aplicação em segmentos diversos, já que possui características de um meio profissional-científico e está diretamente relacionada ao desenvolvimento social. Frente aos vários contextos, os autores identificaram o avanço tecnológico seja na área da medicina, utilização de drones para registros

e transporte de informações consideradas de risco ou no que se refere a segurança e eficiência do emprego da automação em processos diversos. Seus estudos mostraram que a Engenharia não se expressa apenas como uma profissão voltada para estudos científicos concretos, mas se pauta no entendimento de técnicas e projetos para o benefício coletivo social.

A análise realizada por Marafon et al. (2018) busca compreender os benefícios da automação em processos produtivos industriais. Para tanto observaram o desempenho de uma máquina de empacotamento de farinha de trigo e realizaram entrevistas com profissionais envolvidos no setor de industrialização. Os autores apontam a importância da seleção de um sistema tecnológico específico para que se alcance a eficiência desejada em cada processo, de forma a obter a melhor produtividade possível com menor custo. O estudo mostra que houve uma redução de 50% no custo de mão-de-obra no setor e que a implantação do novo equipamento aumentou a produtividade. Os pesquisadores identificaram que esses resultados foram favoráveis, pois comprovam que a implementação de automação nos processos tem fator determinante no que se refere a padronização e qualidade dos produtos e gera uma maior competitividade dos mesmos no mercado consumidor.

Para o descritor “Engenharia de Automação”, destacamos também a consulta à Resolução CNE/CES nº 2, que dita as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação de Engenharia, homologada em 24 de Abril de 2019. Até Abril de 2019 as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação de Engenharia era regido pela Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de Março de 2002.

Dessa forma, esse trabalho de pesquisa buscou uma conformidade de conteúdo com as tratativas abordadas na resolução atual. Tal fato foi significativo posto que com as transformações decorrentes nos 17 anos que sucederam a atualização anterior, foi necessário fazer uma análise crítica não apenas do curso de Engenharia enquanto conteúdo, mas da formação do “sujeito engenheiro” inserido em uma sociedade, com responsabilidade desde o *design* até a implantação do projeto ou novos produtos.

Artigos relacionados com os descritores “Quarta Revolução Industrial” e “Indústria 4.0”

Referente ao tema “Quarta Revolução Industrial” ou “Indústria 4.0”, buscamos artigos revisados por pares no portal de periódicos CAPES. A partir da leitura do título e resumo dos

trabalhos identificamos aqueles cuja abordagem envolvesse o momento tecnológico de nosso país, em razão do avanço tecnológico poder apresentar características díspares de acordo com o desenvolvimento específico de cada região e na forma de trabalho.

Schwab (2016) destaca que as tendências podem apresentar variação de acordo com a região geográfica e a especificidade das indústrias que ali se encontram. Nesse sentido, torna-se relevante compreender que os resultados advindos da QRI podem ser específicos por tipo de indústria, ou mesmo país.

Verificamos que o descritor “Indústria 4.0” gerou o maior número de artigos com a temática relacionada ao momento tecnológico e nesse caso obtivemos 25 artigos. Com o descritor “Quarta Revolução Industrial” obtivemos seis artigos.

O estudo de Arbix et al. (2017) se sustenta nas transformações sociais e econômicas ocorridas por alterações nos mercados consumidores em função de novos modelos de produção. Nessa investigação, os autores constroem seu objeto de estudo nas estratégias de países como a Alemanha, China e Estados Unidos para se adaptarem ao novo momento tecnológico. Pesquisas recentes no campo da tecnologia, empregabilidade, mercados consumidores e disrupções foi base para a discussão da temática mencionada. Eles identificaram a Indústria 4.0 como forte direcionador nas relações entre homens, máquinas, softwares inteligentes e algoritmos. Destacam também as diferenças de tratativas entre os países desenvolvidos e aqueles com pequeno investimento em pesquisas no ramo de inovação tecnológica no que se refere à formação de novos processos industriais. Em seus estudos observaram que na China há uma predominância determinante do Estado Chinês nas decisões. Por outro lado, na Alemanha e nos Estados Unidos o processo é resultado de um trabalho em conjunto de governo, empresas, instituições educacionais e órgãos ligados ao desenvolvimento de pesquisas. No Brasil, o estudo mostra a atuação de Ministérios do governo na elaboração de políticas públicas e adaptações de instituições de ensino profissionalizante para a criação de ambientes que favoreçam a formação de competências exigidas pelo mundo do trabalho, bem como um esforço em conjunto de empresas brasileiras de segmentos diversos na formulação de um programa para a indústria do futuro.

Carvalho e Duarte Filho (2018) trazem para discussão um sistema de aprendizagem móvel com o propósito de divulgação de conhecimento relacionado ao conjunto de características relacionadas à Indústria 4.0, tendo em vista que recursos tecnológicos são utilizados como

aliados aos ambientes e sistemas de aprendizagem com o intuito de treinar, disseminar e aperfeiçoar o conhecimento. Após revisão bibliográfica sobre o tema Indústria 4.0 foi desenvolvido um sistema computacional com informações obtidas por meio da leitura e análise de diversas fontes. O sistema tinha como alvo abranger uma grande parte da sociedade como leigos, professores e profissionais com afinidade com a área da engenharia, bem como estudantes, ou seja, sujeitos com interesses sobre o tema e momento tecnológico. Para validação do sistema computacional foi aplicado um questionário para que os usuários compartilhassem suas opiniões sobre a ferramenta. A partir das respostas observou-se que os usuários pontuaram a necessidade de um tutorial ou manual com explicações, aspectos relacionados à acessibilidade e que o acompanhamento do sistema de aprendizagem móvel aliado a um docente poderia contribuir para uma maior aprendizagem.

Os desafios e oportunidades do momento tecnológico intitulado Indústria 4.0 são destacados por Santos et al (2018). Para tal estudo foi feita uma revisão da literatura utilizando bases de publicações representativas, *sites* corporativos e relatórios governamentais. A revisão da literatura trouxe informações sobre as revoluções industriais que antecederam a Quarta Revolução Industrial, conceitos relacionados à Indústria 4.0, bem como funcionalidades e aplicações. Os dados sinalizam que a descentralização do sistema de produção será atingida por meio de novas tecnologias alterando o ambiente industrial com a criação de uma nova cadeia de valor, mas que muitas indústrias não percebem de modo claro como poderá ocorrer a transição e implementação do novo formato tecnológico. Os autores ressaltam a importância da discussão dos impactos sociais e econômicos, bem como o envolvimento da sociedade, acadêmicos, governo e empresários nas discussões e propostas acerca do tema.

Porath, Travassos Júnior e Tilp (2019) apresentam resultados de discussões referentes a debates sobre as transformações nas relações universidade-indústria, frente ao contexto da Quarta Revolução Industrial. Os debates ocorreram no evento denominado 1º Workshop Internacional: A Universidade para a Indústria do Futuro – U4i 2018, promovido pela Universidade de Santa Catarina (UFSC) em parceria com a universidade alemã *TH Ingolstadt* e do *Perini Business Park*. Participaram do evento pesquisadores e empresários de vários segmentos industriais que discutiram com estudantes e professores as relações entre a universidade e a indústria. Para tal interação foram realizadas cinco rodadas de debates com duração de 10 minutos dirigida por um docente da UFSC, que informava aos novos participantes os pontos relevantes da rodada anterior. Os resultados mostraram que empresas e clientes terão novas formas de relacionamento que poderão gerar oportunidades de negócios. Observou-se também que as

empresas se voltarão para negócios mais sustentáveis de modo a minimizar impactos ambientais e promover a responsabilidade social. Foi apontado pela Confederação Nacional da Indústria (2018) o ano de 2027 como um marco para a otimização da cadeia produtiva com uma maior introdução de tecnologia avançada nos sistemas produtivos.

De forma geral, dentre as demais fontes utilizadas para a pesquisa, destacamos o livro intitulado “Automação e Sociedade – Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil”, publicado em 2018. O livro traz uma abordagem sobre o tema QRI de modo multidisciplinar. Os textos escritos por profissionais de vários segmentos, cientistas e especialistas discutem os impactos das transformações decorrentes do momento tecnológico. O livro foi organizado a partir de um *workshop* realizado pela Pró-Reitoria da Universidade de São Paulo e um ponto a ser evidenciado foi a criação da disciplina PEA5733: Automação e Sociedade, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

Capítulo 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

As teorias que sustentam nossa investigação serão tratadas neste capítulo com a finalidade de discutir sobre o cenário atual da educação tecnológica com o momento tecnológico da QRI e como se conciliam na atuação profissional do EA no mundo do trabalho.

Legislação pertinente

A Resolução nº 2 homologada em 24 de Abril de 2019, dita as novas Diretrizes curriculares nacionais para o Curso de Graduação de Engenharia e elenca no capítulo II, intitulado “DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO”, em seu Art. 4º, o detalhamento de oito características de forma a caracterizar o que o curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos algumas competências ao longo da formação. Destacamos o inciso VIII que trata da formação continuada do engenheiro e a importância de saber se posicionar em situações diversas, visto que as transformações tecnológicas trazem desafios e oportunidades de inovação e avanço da ciência. O inciso VIII destaca que o egresso engenheiro deve possuir atitude investigativa e autônoma, bem como a relevância da habilidade do “aprender a aprender”.

Ressaltamos a inclusão na Resolução nº 2 homologada em 24 de Abril de 2019 do capítulo V, intitulado “DO CORPO DOCENTE”. As transformações tecnológicas podem demandar novos domínios conceituais e pedagógicos por parte dos docentes, de modo a favorecer o alinhamento com as competências do Engenheiro a serem requeridas pelo mundo do trabalho.

No capítulo III, intitulado “DA ORGANIZAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA”, em seu Art. 6º, no inciso VIII, décimo parágrafo, percebemos a recomendação pela integração da instituição de ensino com outras organizações, de modo a promover uma sinergia que contribua no acompanhamento da evolução da Engenharia.

Ainda no capítulo III, em seu Art. 9º, no primeiro parágrafo, são relacionados os conteúdos básicos que devem ser contemplados nos cursos de Engenharia. Além dos estabelecidos pela Resolução nº 2, cada curso de Engenharia com suas especificidades deverá relacionar no seu Projeto Pedagógico do Curso demais conteúdos específicos e profissionais, observando as competências a serem desenvolvidas.

Habilidades e Saberes na formação do EA

Ramos (2001) enfatiza que o processo de aprendizagem nunca é concluído. A escola deve proporcionar ao estudante condições de desenvolver a habilidade de aprender ao longo da vida, isto é, aprender a aprender, com a inserção de atividades que objetivam novas experiências em um mundo em constante transformações.

Um conjunto de conhecimentos e significados se faz necessário para configurar a relação entre a educação tecnológica e a Indústria 4.0 em ambientes de aprendizagem específicos. A integração dessas estruturas que compõem os ambientes é fundamental no intuito de formar um profissional apto a atuar de maneira competente e crítica no mundo do trabalho com padrões e abrangências diversas.

Tais elementos devem se alinhar com a Indústria 4.0 no intuito de mapear as habilidades e competências esperadas, uma vez que o trabalho ao lado de sistemas tecnológicos cada vez mais complexos tende a ser uma realidade, que poderá demandar novas profissões que terão como características competências específicas em função do momento tecnológico. Atingir um grau de competência em conformidade com as exigências do mundo do trabalho demanda do profissional a capacidade de adaptação constante, aprendizagem de novas habilidades de forma continuada dentro de uma variedade de contextos, bem como conceber relações de valores e posturas consistentes para tomadas de decisões.

Zarifian (2012) enfatiza a relevância de se buscar uma interpretação em equipe para a solução de problemas com certo grau de complexidade, em detrimento da interpretação individual, de modo que o objetivo proposto seja compartilhado entre todos, bem como a responsabilidade pelas ações tomadas.

Bransford et.al (2000), destacam que a ciência da aprendizagem está iniciando a produção de conhecimentos com o intuito de melhorar de forma significativa a capacidade das pessoas se tornarem aprendizes ativos, em função de assuntos complexos a serem entendidos e uma preparação mais efetiva para que possam transferir o que aprenderam frente a cenários e problemas novos. A ciência da aprendizagem destaca a importância de se avaliar o que é ensinado, como se ensina e o modo que se avalia a aprendizagem.

Em consonância com as afirmações acima enunciadas, Verkerk et al. (2018), enfatizam que o engenheiro lida com três complexidades distintas a se conhecer. A primeira que o engenheiro

deve analisar o produto a ser projetado sob vários aspectos, pois esses culminam nas áreas das ciências, processos tecnológicos, sociais, jurídicos entre outros. A segunda complexidade é que a tecnologia está incorporada na sociedade, sendo que vários grupos de profissionais contribuem para a concepção do produto com interesses diversos e por último a própria complexidade da tecnologia, com suas especialidades e subespecialidades integradas a cada novo projeto.

Ambientes de Aprendizagem para a formação profissional do EA

Ades e Barbosa (2018) destacam que a aprendizagem está presente em todas as esferas onde o ser humano está inserido e que a educação dos adultos acontece em ambientes não formais e com certa frequência no relacionamento familiar, profissional e social. Nesse sentido, relações externas e internas a ambientes diversos corroboram na construção da estrutura cognitiva de cada ser humano.

A concepção da educação profissional e as transformações decorrentes das revoluções industriais propõe uma atualização progressiva para que a formação do profissional se mantenha alinhada com as evoluções tecnológicas, envolvendo o mundo do trabalho e suas exigências. Nesse ínterim os ambientes de aprendizagem nas suas mais variadas disposições corroboram para que a educação profissional se concilie com o momento de atuação no mundo do trabalho.

A busca por ambientes de aprendizagem que possibilitem uma atuação profissional de forma assertiva e atual, passa pela identificação das áreas de atuação que irão requerer do futuro Engenheiro de Automação os atributos necessários para a demanda do mercado. As relações entre processo cognitivo e a formação profissional perpassam pela relevância de ambientes de aprendizagem preparados para contribuir na construção de fatores axiológicos dos futuros profissionais.

Schön (2003) destaca a importância de abrir espaço para um ensino prático e reflexivo. O autor enfatiza que a estrutura de divisão de conteúdos por semestre não é favorável, pois entende que seria necessário mais tempo e aprofundamento em temas que demandariam um período maior que o tempo pré-determinado pela matriz curricular, visto que o estudante tem que viver o que

chama de “choques iniciais de confusão e mistério” (SCHÖN, 2003), para então deslocar-se entre a reflexão na ação e a reflexão sobre a ação.

Segundo Dalben (2004, apud Laudares, Paixão e Viggiano, 2009), a formação continuada não deve ser entendida como uma busca por cursos, palestras, seminários, de conhecimentos técnicos, mas necessário se faz um olhar crítico e reflexivo sobre a prática de forma a constituir uma simbiose entre o crescimento pessoal e profissional.

Pereira e Simonetto (2018), ilustram o distanciamento das indústrias brasileiras com o momento tecnológico da QRI a partir de resultados obtidos na publicação da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2016), cujos dados indicam que muitas indústrias brasileiras se movimentam entre a segunda e a terceira revoluções, uma vez que se destacam nestes segmentos a utilização de linhas de montagem e automação. Segundo os autores, a publicação destaca uma maior evolução em relação à utilização dos pilares que caracterizam a QRI no segmento automotivo. Schwab (2016), na mesma linha, enfatiza que mesmo a QRI possui uma abordagem discutida mundialmente, muitas regiões ainda permanecem com características apenas da segunda ou da terceira revolução industrial.

Ao tratar o tema sobre a responsabilidade da atuação dos engenheiros e sua proximidade com os sistemas tecnológicos, Durbin (1990, apud VERKERK, 2018) destaca que a responsabilidade dos engenheiros não se limita a ser “hábil” na sua profissão ou terem total consciência de como as coisas são feitas, mas que possuam um senso de responsabilidade para a questão do “porquê” da tecnologia, que leva em consideração as funcionalidades do artefato e o interesse da sociedade.

Bunge (1995, apud CUPANI, 2016) enfatiza a importância da Tecnodemocracia, ou seja, a importância de projetos tecnológicos serem democraticamente examinados e aprovados por outros grupos, em razão de todo artefato ser introduzido e idealizado para uma cultura com características específicas e em determinado momento tecnológico.

Formação e concordância do EA e as demandas da Sociedade Tecnológica

A QRI é um momento tecnológico que acontece desde 2012 em outros países como a Alemanha, onde se deu a origem dessa etapa de transformações tecnológicas, mas a chegada das informações, processos, sistemas e de forma peculiar as alterações em processos industriais

existentes podem ser observadas e implementadas em momentos diversos. Schwab (2016) complementa que a QRI não se refere apenas a uma conexão de sistemas e máquinas inteligentes conectados, mas que também se faz necessário criar um vínculo entre governo, instituições públicas e privadas, bem como reconsiderar os nossos sistemas políticos, econômicos e sociais.

Grinspun (2001) pontua que a “era tecnológica” requer uma educação que considere pensar valores subentendidos ao ser humano que cria, usa e transforma as tecnologias, mas seja presente, conhecedor dos riscos que podem ser gerados pela tecnologia. A autora destaca que uma “nova aprendizagem” não se resume a conteúdos para produzir tecnologia, mas na incorporação de comportamentos e valores alinhados ao momento tecnológico, pois se observa mudanças nos processos industriais e organização do trabalho de modo a requisitar novas capacitações profissionais.

Como fenômeno historicamente debatido, a educação profissional tem como objetivo principal a formação do ser humano para o mundo do trabalho, sendo que nesta pesquisa a análise se volta para o Engenheiro de Automação frente ao momento da Indústria 4.0 e as competências desejadas. Schön (2003) ressalta que a distância entre a percepção de conhecimento profissional predominante nas escolas e as competências exigidas no mundo do trabalho são aspectos que preocupam os educadores designados a formar profissionais.

Schwab (2016) destaca que como o ambiente de trabalho está em uma evolução rápida, a capacidade de prever aptidões laborais futuras e as necessidades de competências e conhecimentos necessários à adaptação ao momento tecnológico varia de acordo com a localidade geográfica e a característica industrial da região, uma vez que a QRI deverá refletir a característica de cada região ou país.

Desta maneira, Ribeiro (2017) categoriza o desenvolvimento tecnológico referente à Indústria 4.0 baseado em nove eixos que se conjugam nas áreas da tecnologia de informação e engenharia: Big data e análise de dados, robótica, simulação, internet das coisas, *Cibersegurança*, *cloud computing*, sistemas de integração horizontal e vertical, realidade aumentada e processos aditivos.

Diante das considerações de Schon (2003), Schwab (2016) e Ribeiro (2017), pode-se refletir sobre o cenário atual da educação tecnológica e as transformações necessárias para se estabelecer estratégias eficientes que contribuam para a formação integral alinhada ao momento

tecnológico, habilidades e aptidões a serem alcançadas, bem como a ênfase no convívio e responsabilidade social frente a tantos aspectos a serem discutidos pelas instituições de ensino, detentores da tecnologia, empreendedores e sociedade.

Nesse sentido pode-se fazer uma correlação entre os nove eixos citados por Ribeiro (2017) como pilares da QRI e a relevância do discurso de Grinspun (2001) a respeito da prática educacional no sentido de estabelecer currículos e programas atualizados e coerentes que se alinhem ao momento de transformação tecnológica.

Discutir tais tratativas nos fornece subsídios para compreender os processos de ensino e de aprendizagem e as inter-relações com a formação tecnológica e o mundo do trabalho, no significado das transformações a serem experimentadas na era da Indústria 4.0.

Segundo Grinspun (2001), no processo de aprendizagem o que se pretende alcançar é que o indivíduo obtenha conhecimentos e possa construí-los por meio de uma atitude reflexiva e questionadora sobre todos os aspectos a serem discutidos. Associada a essas questões relativas ao conhecimento, o aprender desenvolve a dimensão dos sentimentos, da afetividade e da criatividade. O sujeito passa a se posicionar frente aos fatos e à realidade que o rodeia. O fato de exercer pensamentos críticos constitui o que denominamos de uma atitude filosófica, frente à sua identidade e demais situações do dia-a-dia. Ao refletir sobre o papel da educação para atuar em uma era tecnológica, há que se pensar sobre os valores que se manifestam nos indivíduos que estão envolvidos nos processos de criação, utilização e transformação das tecnologias. Esses indivíduos necessitam aprender a refletir sobre os pontos negativos desses processos, que podem ser considerados perigosos e ou trazer desconfortos, entretanto, fazem parte do processo tecnológico.

Capítulo 4 – REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Nessa seção, abordaremos as características principais que contribuíram para as transformações tecnológicas em seus contextos históricos. Pode-se dizer que em cada momento, em função de necessidades ou oportunidades específicas, alguns lugares foram pioneiros nas evoluções tecnológicas. Tais fatos alteraram a vida em sociedade, a educação, a interação entre burguesia e trabalhadores, a forma de trabalho e o sujeito estudante-trabalhador.

Somos fruto hoje destes resgates históricos e o olhar deve estar voltado para o passado, presente e futuro de forma a traçar um delineamento lógico que visa contribuir com os desafios contemporâneos.

Primeira Revolução Industrial

Até o final do século XV o sistema feudal era vigente na Inglaterra, ou seja, a economia era de subsistência e todo o trabalho realizado, seja na agricultura, artesanato e criação de animais tinham como objetivo manter as necessidades familiares, conforme Oliveira (2017). A autora acrescenta que no século XVI surge a figura do comerciante capitalista que passa a mediar a maneira que se produz e comercializa e desta forma a economia deixa de ser apenas local. A época também aponta os primeiros conflitos entre os comerciantes capitalistas e artesãos, pois começa a existir perda da produção e divergências entre o valor combinado e valor pago.

O processo produtivo da Primeira Revolução Industrial inicia-se na Inglaterra em meados de 1760 na indústria têxtil e foi marcada pela máquina a vapor como uma grande inovação. O período é caracterizado pela mão-de-obra pouco qualificada e de baixa remuneração, já que com a migração das pessoas do campo para os centros urbanos ocasionou o excesso de oferta de mão-de-obra, de acordo com Cavalcante e Silva (2011).

Oliveira (2017) ressalta que por diversas vezes os trabalhadores não eram considerados “humanos” ou “civilizados” para a burguesia da época, uma vez que o foco estava em se obter altos lucros com baixo custo de produção e isto ocorria com a exploração dos obreiros.

No período de 1750 a 1850 a expansão dos trabalhos metalúrgicos, siderúrgicos e têxteis passa a determinar a era industrial, bem como a diminuição do trabalho manual. Cavalcante e Silva (2011) destacam a Primeira Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra no século XVIII, como

símbolo da transição do capitalismo comercial para o capitalismo industrial. Enfatizam que as várias invenções desse momento tecnológico tiveram como motivação a investigação por determinados homens para a solução de problemas e não apenas ideias e ações individuais que culminaram no avanço industrial.

Segundo Marx (1984), a relação do trabalhador com o ofício, bem como sua maneira de pensar foi modificada durante a Primeira Revolução Industrial. Vale destacar que no processo de manufatura o trabalhador participava de todas as etapas do processo, enquanto no processo industrial o trabalho se limitava a uma parte do processo.

Segunda Revolução Industrial

A Segunda Revolução Industrial ocorreu na Europa na segunda metade do século XIX, entre os anos de 1870 e 1914. O movimento não aconteceu apenas na Inglaterra, mas também na Alemanha e França. Pode-se evidenciar alguns pontos significativos que marcaram essa fase: o emprego do aço na construção de pontes, fábricas e máquinas; a utilização da energia elétrica e o desenvolvimento dos meios de comunicação como o rádio, o telefone e o cinema; o desenvolvimento da indústria química e a produção de antibióticos e vacinas em larga escala. As ferrovias, os automóveis e os aviões também surgiam como grandes descobertas. O petróleo passou a ser utilizado como combustível e principal fonte de energia. Ainda assim, mediante as grandes descobertas os trabalhadores continuaram seu labor nas fábricas em condições precárias, com baixa remuneração e longas jornadas de trabalho.

Os trabalhadores, que antes eram preparados para exercer a arte do ofício e os trabalhos manuais, passaram a trabalhar nas indústrias. Nessa época, foram criadas as escolas de aprendizagem nos arredores das indústrias com o objetivo de oferecer educação em massa e preparar seus trabalhadores para exercer determinadas funções. As fábricas requeriam um grande número de trabalhadores preparados, devido à introdução das máquinas no processo industrial e a grande demanda de mão de obra habilitada para operá-las. O mundo do trabalho e o mercado produtivo ditavam as regras da educação e formação de trabalhadores disciplinados, sem ainda exigir grande capacidade intelectual. Preparar mão de obra ordeira e barata passou a ser o objetivo principal do mercado industrial. No sistema de produção em massa, o local de trabalho tornou-se um ambiente de aprendizagem profissional, uma vez que

o operário se tornava especialista em determinada função. O conhecimento de todas as etapas de produção era controlado pelo gerente da fábrica, que possuía mais informação e experiência.

No intuito de preparar mão de obra para trabalhar nas fábricas as escolas passam a assumir outro papel na sociedade, o de formar trabalhadores, conforme Durães (2009). A autora enfatiza que algumas relações formais, interpessoais e burocráticas pertencentes ao mundo do trabalho passaram a ser reproduzidas na escola. Pode-se destacar que, ao mesmo tempo a escola reúne esforços para preparar mão de obra trabalhadora, também contribui para alterar a maneira de pensar, favorecendo a construção de identidades e saberes que corroboram com uma nova forma de pensar, mais reflexiva e crítica.

Durães (2009), enfatiza que o saber dos trabalhadores por diversas vezes foi subjugado às demandas da burguesia, classe dominante. Na educação profissional oferecida aos trabalhadores dessa época prevalecia as necessidades do mercado do trabalho e organização social, de modo que, ao trabalhador não era fornecida a formação integral.

A introdução das máquinas e linhas de montagem no processo industrial aconteceu com o advento do sistema de produção em massa denominada Fordismo. Para Ford (1964), a evolução no processo industrial corresponde ao fato de trazer o trabalho até o operário e desta forma propiciar uma padronização no produto. O trabalhador passa a exercer uma função meramente mecânica. O modelo de administração denominado Taylorismo, segundo Ribeiro (2015) também altera o método de trabalho com a finalidade de aperfeiçoar os processos industriais e favorecer a classe detentora dos meios de produção com lucros cada vez maiores, já que impõe regras de controle do trabalho.

Segundo Ribeiro (2015) a inserção da esteira rolante nos processos produtivos obteve ganhos exponenciais na produtividade. Para a autora, o método proposto por Ford alterou a organização lógica do trabalho e a forma de viver de uma sociedade, pois o aumento de produção estava relacionado a uma nova forma de trabalho com a implicação de um ritmo próprio.

Dessa maneira, Ribeiro (2015) enfatiza que além do Fordismo, um modelo de administração denominado Taylorismo predominava na mesma época, com uma ideia de gerenciamento para otimizar a relação entre o tempo e o movimento dos trabalhadores, como forma de garantir eficiência. No Taylorismo criou-se o papel do gerente para controlar, planejar e calcular as atividades a serem executadas pelos trabalhadores e desse modo se formalizou a divisão de

tarefas, a segmentação da execução e a elaboração do trabalho que desfavorece a apropriação do saber do empregado.

Segundo Enguita (1989), a maquinaria foi utilizada como um equipamento mecânico que desqualificava o trabalho e impunha um ritmo próprio, pois surge como substituição ao trabalho de diversos artesãos, alterando costumes de modo a favorecer a introdução das fábricas. Em relação à cultura laboral, o Taylorismo expõe os processos de trabalho de forma a não depender do saber dos trabalhadores, pois, propõe uma sistematização que visa incrementar o lucro.

Terceira Revolução Industrial

A Terceira Revolução Industrial aconteceu no século XX, no início da década de 1970 e provocou avanços nas áreas da informática, tecnologia e ciência. Essa revolução também foi denominada como a Revolução Técnico-Científica e Informacional como explica Sakurai e Zuchi (2018), em razão de grandes avanços em diversos campos de atuação como a informática, as telecomunicações, a nanotecnologia, a química, a biotecnologia e os transportes.

O surgimento dos computadores, dispositivos móveis, *softwares*, robótica e a internet modificaram a relação do homem com as máquinas e com a tecnologia. Observa-se na área das ciências grande crescimento com a produção de diversos medicamentos e o desenvolvimento da engenharia genética e da biotecnologia. Nesse período surgiu a energia atômica e o Urânio como principal elemento radioativo.

A utilização da energia atômica durante a Segunda Guerra Mundial e os impactos causados em Hiroshima e Nagasaki impulsionaram o debate sobre o uso da tecnologia e o questionamento da sua não neutralidade, tendo em vista a abordagem dos aspectos positivos e negativos. A bomba atômica tornou-se símbolo do paradoxo tecnológico.

Simão Filho e Pereira (2014) complementam ao dizer que foram vários os progressos tecnológicos, entre esses a robotização e a automação, que alteraram a relação homem-máquina-tecnologia. Os autores apontam que o fluxo de investimentos necessários para gerar a inovação foi determinado em épocas anteriores a este específico momento tecnológico.

Quarta Revolução Industrial

A Quarta Revolução Industrial é caracterizada por Schwab (2016) como uma revolução que altera de forma significativa a maneira como as pessoas vivem, trabalham e convivem entre si, ou seja, os reflexos dessas transformações impactam vários segmentos da sociedade como empresas, trabalho, governo e economia.

Conforme Tessarini Junior e Saltorato (2018), a terminologia Indústria 4.0 surge em 2011 em uma Feira de *Hanover* quando o governo alemão expõe procedimentos tecnológicos capazes de alterar o sistema de valor global com a inserção de “fábricas inteligentes”. Os autores enfatizam que seguindo a mesma tendência das revoluções anteriores a inovação tecnológica marca o ponto de disrupção com modos operantes já utilizados e reestrutura de forma significativa os sistemas de produção.

Os autores destacam que as propostas tecnológicas que surgem na Alemanha refletem também em outros países. Os Estados Unidos da América (EUA) anunciaram em 2011 um projeto entre universidades, indústrias e governo de forma a possibilitar investimentos em tecnologias denominadas *Advanced Manufacturing Partnership* (AMP), sendo que em 2014 a *Acceleration US Advanced Manufacturing* (AMP 2.0) adicionou ações que se adotadas teriam a capacidade de impulsionar o setor de manufatura do país. Em 2015, a China por meio do programa *Made in China 2025*, estabeleceu um projeto de modernização da indústria com estabelecimento de objetivos a serem alcançados para 2020 e 2025, enquanto a Coreia do Sul desenvolveu o projeto *Korea Advanced Manufacturing System* (KAMS) com o propósito de criar processos e tecnologias que gerem e integrem os sistemas de produção.

Oliveira e Simões (2017) complementam a forma de pensar de Tessarini Junior e Saltorato (2018) quando destacam que o termo 4.0 tem a finalidade de automatizar a indústria com base em novas tecnologias de modo a aperfeiçoar processos de manufatura para obter maior eficiência. A proposta é a criação de fábricas inteligentes (*Smart Factory*), com processos conectados em rede por meio de sistemas de informação, obtendo-se dessa forma autonomia e eficiência na produção.

Desta maneira, pode-se compreender a revolução industrial contemporânea e a integração entre processos, sistemas e pessoas por meio de uma analogia trazida por Bernardi, Sarma e Traub (2017, apud BARBOSA, BAISSO e ALMEIDA, 2018, p.9) ao comparar as novas solicitações da QRI com uma fábrica de colchões. Na forma tradicional o fabricante de colchões busca o

design de seus produtos de forma a atender as especificações técnicas, avaliando custos e buscando satisfazer o cliente. Nesse processo o saber-fazer envolve a fabricação do produto. Na QRI o cliente busca vivenciar um sono perfeito e dessa forma o desafio para o fabricante de colchões não se limita apenas à produção do produto, mas na inserção de tecnologias que por meio de sensores e sistemas de monitoramento visam abranger a satisfação desejada pelo cliente.

Apesar de voltar o olhar para a QRI e verificar um aumento na automação de processos e implantação de dispositivos diversos que farão a integração dos domínios biológicos, digitais e físicos, Schwab (2016) resgata alguns pontos a serem analisados. O autor destaca que a eletricidade, ponto marcante na Segunda Revolução Industrial, não está acessível a 1,3 bilhão de pessoas. A internet, um dos principais marcos da Terceira Revolução Industrial, não está acessível a 4 bilhões de pessoas. Nesse contexto, verifica-se que as rupturas e as inovações atuais poderão acontecer em momentos diferenciados em locais diversos, devido à associação com sistemas econômicos, políticos e sociais característicos de cada sociedade.

Mesmo com características determinantes em função do desenvolvimento social e econômico específicos de cada região, a QRI surge com pilares que norteiam todo o processo evolutivo. Ribeiro (2017) destaca nove pilares que serão norteadores para a formação da cadeia de desenvolvimento tecnológico. O autor destaca:

- *Big Data Analytics*: gestão de dados extensa e complexa que otimiza a qualidade dos produtos, uma vez que monitora a gestão de energia e a utilização dos equipamentos;
- Robótica: utilização de robôs para tarefas complexas ou trabalhos repetitivos;
- Simulação: a simulação consiste na utilização da tecnologia 3-D para representação de materiais, processos e produtos de forma a simular a cadeia de produção objetivando o aperfeiçoamento;
- Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*): considerados como a base da Indústria 4.0 e denominados sistemas *cyber-físicos*, representam a ligação em rede de diversos objetos ambientes, veículos e máquinas com o intuito de troca de dados;
- *Ciber-segurança*: criação de uma conectividade de segurança para proteger sistemas operativos de possíveis ameaças;
- *Cloud computing*: recurso utilizado para reduzir tempo e obter maior eficiência na partilha de informações em rede para além dos servidores da empresa de modo a possibilitar desenvolvimento de produtos;

- Sistema de integração vertical e horizontal: objetiva maior conexão entre cliente – empresa, devido a grande parte das tecnologias não estarem totalmente interligadas e dessa forma poder criar uma integração entre vários setores do processo como indústria (empresas), fornecedores e consumidores;
- Realidade aumentada: recebimento de informações em tempo real de modo a fornecer subsídios para tomadas de decisões e adaptações que se façam necessárias; e
- Processos aditivos: produção de protótipos diversos, de maneira a permitir a criação de produtos customizados.

Percebe-se que diante de tais pilares que conduzirão as transformações esperadas para a QRI, novos modelos de negócios poderão surgir. Conduzidos por esse novo modelo, muitos segmentos buscarão se adaptar a esse modo de trabalho, que estabelece relações de forma a atender aos novos mercados e oportunidades.

Capítulo 5 - ENGENHEIRO, ENGENHARIA E SEUS CONTEXTOS

Pretende-se com esse capítulo apresentar um pouco da história da engenharia, em razão de estar entrelaçada com a história da humanidade. Dar enfoque a limites relevantes nos faz resgatar um pouco da história para entendimento de como a engenharia, a arte de criar, se consolida e se aprimora. Engenharia essa que cria, transforma, redescobre, reinventa, aprimora e acompanha a ciência, a técnica e a sociedade.

Breve História da Engenharia

Com o intuito de facilitar as tarefas diárias o homem potencializa capacidades no processo de fabricação de ferramentas e objetos diversos, desde os mais simples até os mais complexos para oferecer mais conforto, saúde ou segurança, de forma individual ou em grupo.

De acordo com Bazzo e Pereira (2006) os primeiros instrumentos fabricados pelo homem tinham como propósito a atividade da caça, defesa e construção de abrigos, mas a evolução social surge mediante a busca de novas técnicas e o aprimoramento das mesmas. Os autores relatam que a busca por refinar técnicas requer um olhar para novas teorias que passam a criar instigações a serem desvendadas. Frente a tais provocações surge um profissional com o propósito de construir objetos utilizando uma estrutura de técnicas estáveis, mas o engenheiro surge apenas quando os conhecimentos científicos passam a ser aplicados.

Margulies (1993) apresenta o sentido da palavra engenho ou *ingenium* para designar a palavra engenharia que pode ser entendida como capacidade de invenção e talento. Derivada da palavra engenharia, a palavra engenheiro representa sujeitos com aptidões para criar coisas, ser imaginário, que apresenta engenho.

A origem da palavra engenharia ganha sentido como a “arte de construir”, mas deve-se enfatizar que a criação de artefatos diversos, desde a antiguidade, carrega consigo complexidades específicas, como enfatizam Fernandes Júnior, Zuin e Laudares (2018).

Telles (1984) faz a relação do surgimento da engenharia no século XVIII com a revolução industrial e o iluminismo, uma vez que grandes transformações ocorreram nesse período, repercutindo no entendimento científico e implementações práticas.

A máquina a vapor surge como um marco da revolução industrial, fomentando o desenvolvimento tecnológico, bem como pesquisas nas áreas da matemática e ciências físicas, de forma a estabelecer relações com a engenharia.

Bazzo e Pereira (2006) enfatizam que a engenharia do passado pode ser determinada pelo esforço do homem na tentativa de criar e aprimorar artefatos com relação direta com os recursos naturais. Nesse movimento de criação, surgiram as pontes, armamentos, fortificações e estradas. O empirismo era o atributo central, pois utilizavam ensinamentos que aprenderam com seus antecessores. Conforme os autores, a transição entre a engenharia antiga e a engenharia moderna não pode ser discutida por um fato isolado, mas quando conhecimentos científicos começam a ser aplicados na solução de problemas diversos. A máquina a vapor vista pela engenharia moderna não irá analisar apenas os aspectos construtivos e de funcionamento do artefato, mas será também explorada pela aplicação das leis da termodinâmica, esforços construtivos, queima de combustíveis e outros parâmetros.

Segundo Telles (1984) a engenharia moderna possui estreitas relações com os exércitos e as artilharias, os fortes e a descoberta da pólvora, alterando as habilidades dos profissionais na forma de planejar e executar as ações necessárias para o período.

Em determinado momento os engenheiros passam a ser sujeitos diplomados e aptos a exercer funções específicas. O primeiro registro desta formalidade se dá em 1747, quando é fundada em Paris, por decisão de Daniel Trudaine o *Ecole des Pontes et Chaussées*, considerado o primeiro estabelecimento do mundo para ministrar o curso regular de engenharia, como nos indica Telles (1984).

Oliveira e Almeida (2010) complementam ao afirmar que o perfil da escola era formar construtores e dessa forma surge a Engenharia Civil. Ressalta-se que a diplomação dos primeiros profissionais habilitados e diplomados em engenharia, foram engenheiros civis. Dois grandes movimentos tiveram grande impacto para a visibilidade da engenharia como um importante ramo profissional, como destacam Fernandes Júnior, Zuin e Laudares (2018). Os autores ressaltam que a engenharia moderna teve como impulsionadores os movimentos da Revolução Industrial e o Iluminismo, dado que o surgimento das máquinas favoreceu o desenvolvimento tecnológico, enquanto concomitantemente ocorria o avanço do estudo das ciências físicas e naturais por meio da valorização e observação da natureza. Os autores

destacam que a engenharia sai do patamar de utilidade apenas para militares e passa a ser notada pela sua importância para a sociedade em geral.

Breve História da Engenharia no Brasil

Oliveira e Almeida (2010) destacam o início das experimentações de engenharia na época do Brasil Colônia quando alguns empreendimentos jesuítas já utilizavam a cartografia e a matemática para construção de fortificações militares, com o intuito de prover defesa e descobrir novas maneiras para construção de edificações. Dessa forma, a engenharia tinha inicialmente uma demanda militar, que passa a ser matéria na formação de oficiais com o objetivo de desenvolver estratégias defensivas, ressaltando-se a logística e a aplicabilidade da artilharia. Registra-se no Brasil um aumento de engenheiros militares.

Fernandes Júnior, Zuin e Laudares (2018) ressaltam que chega ao Brasil em 1694 o capitão engenheiro Gregório Gomes Henrique com a atribuição de ensinar engenharia aos condestáveis¹ e militares e também atuar como engenheiro. Dessa forma, orientava como desenhar e erguer fortificações. Os autores enfatizam que em 17 de dezembro de 1792, Dom José Luís de Castro, institui no Brasil a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho e desde então a Engenharia passa a ter um caráter contínuo e formal.

A estreita relação da engenharia com a criação de artefatos de defesa militar também é ressaltada por Macedo e Sapunaru (2016), pois o engenheiro tinha como uma das principais funções o desenvolvimento de armas e máquinas que seriam utilizadas pelo sistema militar.

Os avanços da ciência e da tecnologia foram fatores propulsores para o desenvolvimento da Engenharia e Educação em Engenharia, como declaram Oliveira e Almeida (2010). A necessidade de profissionais com expertises nos ramos da Matemática, Física, Química, Expressão Gráfica e outras áreas afins, passa a ser campo de estudo com aplicabilidade na Engenharia. Conforme os autores, a Revolução Industrial ocorrida no Ocidente no século XVIII e suas demandas contribuíram para uma nova organização da estrutura dos cursos de Engenharia.

¹ Condestáveis: Chefe dos artilheiros nas fortificações e praças de guerra nos séculos XVII e XVIII.

Bazzo e Pereira (2006), da mesma forma, reconhecem que as atividades diretamente relacionadas às mudanças nos processos provenientes da revolução industrial no Ocidente, bem como a utilização de tecnologia, contribuíram para a Engenharia e Educação em Engenharia, de forma a traçar a transição da engenharia antiga para a engenharia moderna. É destacada pelos autores a aplicação de conhecimentos cada vez mais científicos na solução de questões, como fator pertencente à Engenharia.

É ressaltado por Fernandes Júnior, Zuin e Laudares (2018) o aumento de instituições de ensino de Engenharia no Brasil em função do crescimento do plantio de café e migração estrangeira, fatos esses que acontecem no fim do século XIX e início do século XX, concomitantemente com a descentralização político-administrativa da República. Frente a tantos acontecimentos, é enfatizado pelos autores o surgimento de leis que regulamentam o curso de Engenharia.

O curso de Engenharia e suas Legislações

A Engenharia pode ser entendida como uma profissão abrangente, com diversos ramos de especialização e que tem por objetivo aplicar os conhecimentos científicos, matemáticos e técnicos para criação de soluções para desenvolvimento de produtos e soluções de modo a favorecer o bem-estar social.

Tal profissão, como as demais, deve obedecer a determinados requisitos impostos pela legislação que a caracteriza e institui. A Engenharia é uma profissão regulamentada pelo Ministério do Trabalho, composta por direitos e deveres e com legislação própria.

Dentre as legislações que regulamentaram o exercício da engenharia pode-se citar a Lei Nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que instituiu o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), por decreto do presidente Castelo Branco, responsável pela regulamentação do exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro Agrônomo.

Ressalta-se o Art. 1º da referida lei com a citação das profissões e suas características no envolvimento de realizações de interesse social e humano em empreendimentos relacionados ao estudo de aproveitamento e utilização de recursos naturais, nos meios de comunicação e meios de locomoção, nas estruturas das edificações, serviços e equipamentos urbanos, rurais e regionais, levando em consideração aspectos técnicos e artísticos e o que tange ao desenvolvimento industrial e agropecuário.

A duração do curso de graduação em Engenharia e a fixação de conteúdos mínimos necessários para a formação do profissional engenheiro foram instituídos pela Resolução 48 de 27 de abril de 1976.

A Resolução CNE/CES 1.362/2001, alterou as Diretrizes Curriculares dos cursos de Engenharia, compreendendo no perfil dos egressos do referido curso uma formação que os capacitasse a desenvolver novas tecnologias, bem como tomadas de decisão diante de problemas que integrassem uma postura crítica e criativa, mas atentos aos aspectos sociais, econômicos, políticos, ambientais, culturais, com postura ética e humanística alinhado às demandas da sociedade.

Nesse sentido, como previsto na legislação, o processo de formação do engenheiro alinhava-se à proposta de um profissional que além de capacidades técnicas específicas, possuísse uma integração com a sociedade em suas várias vertentes.

A Resolução CNE/CES 11/2002, determinava as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia” com enfoque na competência, o aprendizado centrado no estudante, valorização do ser humano, preocupação e envolvimento com o meio ambiente e sociedade.

Em 24 de abril de 2019 foi homologada a Resolução nº 2, que dita as novas Diretrizes curriculares nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia. Tal resolução elenca no capítulo II, intitulado “DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO”, em seu Art. 3º, características que complementam o perfil do egresso. Destacamos as seguintes: ter uma visão holística e humanística; ser crítico e reflexivo, criativo, ético, ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, adaptar e utilizar novas tecnologias e atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

O Art. 4º aborda as referências sobre o que o curso de Engenharia deve proporcionar ao egresso, no que diz respeito à formação e competências. No Art. 5º pode-se observar a correlação entre o projeto Pedagógico do Curso (PPC) e o desenvolvimento do perfil e das competências de forma a poder atuar na área ou em outras afins.

A legislação vigente poderá demandar das instituições, sistemas e pessoas um debruçar sobre a mesma, de forma que as adequações necessárias possam ser alcançadas de forma satisfatória

com o objetivo de promover a formação do engenheiro em conformidade com as condições legais, sociais e culturais contemporâneas.

A formação do Engenheiro

Ao longo da história observou-se vários momentos inspiradores e transformadores que modificaram o processo formativo do engenheiro. Os ambientes de guerra impulsionaram os primeiros engenheiros a criar armamentos, pontes, fortificações e estradas, muito pela observação, desejo de criação e práticas da época. Os ambientes industriais e a produção em larga escala fomentaram no homem a criação de máquinas e dessa maneira os engenheiros e seus inventos alteraram o modo de viver e trabalhar em sociedade.

O século XX foi marcado pela tecnologia e seu método de aliar a prática com a ciência de maneira a estabelecer um novo saber-fazer que alia qualidade, agilidade, produtividade e crescente repositório de conhecimentos científicos. Pode-se dizer que a observação, bem como a maneira de fazer com acertos e erro, passa a ser vista como uma maneira secundária de criação.

Muitos inventos surgiram por meio de mentes que buscavam de alguma forma alterar o modo de vida propondo algo novo, mas que possuíam apenas a prática e a observação, desconheciam as particularidades científicas que pudessem explicar suas criações.

Na arte da engenharia busca-se explorar o espaço desconhecido, frente à descoberta de soluções para os problemas práticos da sociedade. Em meio às descobertas existem os fracassos que mesmo não alcançando o objetivo esperado, devem ser destacadas enquanto sistemática de trabalho e lições aprendidas. Bazzo e Pereira (2006) descrevem que Leibniz não obteve sucesso em sua tentativa de controlar águas provenientes de minas com bombas movidas por moinhos de vento, tal qual a tentativa de Huyghens em desenvolver um motor eficaz utilizando explosão à pólvora. Esses são alguns de vários casos de insucessos que mesmo não atingindo o propósito final de eficiência marcaram época.

Os autores ressaltam, em contrapartida, quão significativos foram os projetos e intenções de vários cientistas engenheiros ou não em modificar processos com os seus inventos. Dentre vários fatos marcantes, destacam:

- 1660 - Robert Hooke e seus estudos da resistência dos materiais, considerada base para as engenharias;
- 1729 – Stephen Gray e sua descoberta acerca de corpos condutores e não condutores de eletricidade;
- 1752 – Benjamim Franklin e a invenção do para-raios;
- 1764 – James Watt e a criação do condensador, peça fundamental para o motor a vapor;
- 1819 – Hans Derstedt descobre o eletromagnetismo; e
- 1824 - Sadi Carnot cria a termodinâmica.

Ao analisar os inventores e suas descobertas extraordinárias algumas reflexões importantes podem surgir sobre o papel dos ambientes de aprendizagem e o quanto tais ambientes podem interferir e influenciar a criatividade dos sujeitos. Tais inventos são resultantes de inquietações pessoais ou coletivas que se inter-relacionam a partir da vontade de resolver problemas e propor soluções em benefício de uma sociedade.

Conforme citado por Oliveira (2010), a engenharia e conseqüentemente o engenheiro possui significativa importância para o crescimento do Brasil, em especial nas questões socioeconômicas. Conforme citado, a formação de engenheiros no Brasil é insuficiente se comparado à necessidade de desenvolvimento. É ressaltado que em países como a China observa-se uma correlação entre o desenvolvimento econômico do país e o número de engenheiros que se graduam.

Macedo e Sapunaru (2016) ressaltam que a Engenharia e a formação de Engenheiros possuem relação direta com os avanços da ciência e da tecnologia. A complexidade de conhecimentos incorporados à tecnologia solicita profissionais especializados na resolução de problemas e propostas de soluções que podem solicitar conhecimentos inerentes das áreas da Matemática, Física, Química e Expressão Gráfica.

Carvalho e Tonini (2017) destacam que fatores como mobilidade de atuação, transformações no mundo do trabalho e sociedade, impactam de forma direta as habilidades requeridas do engenheiro contemporâneo para um devido alinhamento com a demanda do mundo do trabalho e contexto social. Os autores ressaltam a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade dos processos de forma a garantir a qualidade de vida da sociedade.

Importante ressaltar a recente alteração das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia, homologada por meio da Resolução CNE/CES Nº2, DE 24 DE

Abril de 2019, que em seu Art. 3º destaca em cinco tópicos as inúmeras características esperadas do formando em engenharia. Ressaltamos, nesse trabalho, o inciso I que define o perfil do engenheiro egresso/profissional crítico e reflexivo, criativo, cooperativo e ético, com uma sólida formação técnica e o inciso V que carrega consigo as considerações a serem observadas pelo egresso engenheiro nos aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança do trabalho.

Nesse contexto faz-se necessário o alinhamento dos ambientes de aprendizagem com os avanços tecnológicos de modo a favorecer a formação de um sujeito consciente de seu papel na sociedade, para que esteja de acordo com os valores morais e éticos.

Compreendemos que por ser uma publicação recente, o contexto educacional voltado para a formação do engenheiro buscará o entendimento e posterior planejamento de ações para alinhamento ao propósito da lei vigente.

Atuação do Engenheiro no Mundo no Trabalho

Verkerk et al. (2018), citam o filósofo Martin Heidegger e ressaltam a importância que a tecnologia possui desde o momento da concepção de um projeto, uma vez que o envolvimento do engenheiro deve ir além da funcionalidade técnica, com abordagens que incluem análise de custo, aspectos ambientais e aparência estética. Os autores destacam as ideias do filósofo Martin Heidegger, ao enfatizarem que um engenheiro não deve apenas considerar os aspectos técnicos de seu projeto, mas dar atenção aos aspectos não técnicos. Os estudantes são preparados para ser Engenheiros durante a graduação e se ocupam com as disciplinas de base teórica e metodológica. Os engenheiros, a princípio, focam uma parte limitada da realidade, ou seja, os aspectos tecnológicos da criação de produtos, dispositivos e máquinas. Eles devem aplicar as teorias para elaborar seus projetos, no entanto, nunca devem confinar-se exclusivamente aos aspectos técnicos desses projetos.

A partir dessa perspectiva, pode-se destacar a importância dos ambientes de aprendizagem aos quais o engenheiro teve acesso durante a fase de graduação e como os ambientes podem favorecer o senso reflexivo e crítico, de modo a contribuir para desenvolver um profissional consciente e ético em todas as fases do processo, bem como na busca da aprendizagem continuada.

De acordo com Verkerk *et al.* (2018), durante o curso os estudantes de engenharia aprofundam no conteúdo das ciências tecnológicas e ao adentrar o mundo do trabalho direcionam o olhar para a parte técnica dos processos, enquanto que aspectos como ergonomia, composição de custo, questões legais e responsabilidades em casos de acidentes, aparência estética, vida útil do produto e/ou processo, bem como reciclagem e descarte de materiais utilizados são tratados de forma secundária. Enquanto profissional atuante na área específica no mundo do trabalho, os autores complementam que a atuação favorável do engenheiro pode estar relacionada à maneira como ele atua em diversas situações que envolvem um projeto, nesse caso inclui-se também as situações de divergências.

Oliveira (2010) entende que o alinhamento entre universidade e empresa, onde podemos considerar como o mundo do trabalho, torna-se favorável para a assimilação do complexo de habilidades e capacitações pretendidas ao engenheiro, posto que contextos que envolvem inovações tecnológicas precisam ser atualizados com certa frequência. A interface entre universidade e o mundo do trabalho pode contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem alinhados ao momento tecnológico e que colaborem para o desenvolvimento do *savoir-faire*².

Engenharia de Automação

A palavra automação, segundo Américo, Azevedo e Souza (2011, apud MARAFON *et al.*, 2018) tem origem na palavra *Automatus* e tem como significado movimentar-se por si mesmo. A automação se dá por meio de aplicação de técnicas, *softwares*, inclusão de equipamentos e dispositivos próprios em uma máquina ou processo industrial específico com a finalidade de promover a eficiência e o aumento de produção. Além do aumento de produtividade, a automatização pode monitorar consumo de energia e insumos necessários ao processo, ativos materiais, interferências humanas, além de colaborar na diminuição do esforço físico de profissionais de forma especial em atividades repetitivas.

O fato do processo de automatizar significar um “movimentar-se por si mesmo”, conforme destacado por Américo, Azevedo e Souza (2011, apud MARAFON *et al.*, 2018), relevante se faz ressaltar que a automatização de sistemas industriais acontece em diferentes níveis de

² Saber fazer, competência adquirida pela experiência em resolver problemas específicos de um trabalho.

contribuição humana, que irá depender da hierarquia de controle solicitado pelo processo. Pode-se ressaltar a contribuição da Automação Industrial para o mercado competitivo globalizado, posto que aumenta a produção e tende a diminuir o custo.

Nessa conjuntura enquadra-se o papel do Engenheiro de Automação que tem como função avaliar os processos com o nível de automação desejado, de maneira a obter subsídios para seleção e especificação de dispositivos de controle e monitoramento. Posteriormente, cabe ao engenheiro, elaborar malhas de controle e definir estratégias de intertravamentos de forma a criar uma situação favorável de performance do sistema a ser automatizado.

A Engenharia de Automação é uma área responsável por unir os fundamentos da computação, eletrônica, mecânica e elétrica de forma a aperfeiçoar a celeridade dos processos, com foco também na economia e confiabilidade do sistema. Para que tal situação aconteça, são necessárias análises de modelagem de sistemas diversos e procedimentos de controle aliados aos parâmetros de cada variável de processo. Essas análises são necessárias para que o sistema atinja um estágio ideal e que possa responder às situações adversas, além de se comportar de forma adaptável sob o monitoramento de um sistema de controle geral de todo o processo.

Os elementos de monitoramento de controle, segundo Oliveira (2010), passam a ter visibilidade com o advento da invenção do transistor, fato que acontece após a Segunda Guerra Mundial. No setor eletroeletrônico, cria-se um salto de forma a contribuir com o desenvolvimento da computação e da automação. Nessa fase, modalidades de engenharia alinhadas com as demandas e o momento tecnológico passam a surgir. O autor destaca que em meados de 1950, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e a Universidade de São Paulo (USP) passam a ministrar conteúdos com tratativas relacionadas à Computação e Automação.

Engenharia de Automação Industrial - CEFET-MG Uned Araxá

De acordo com informações no *site* da instituição CEFET-MG, o curso de graduação em Engenharia de Automação Industrial teve início em 2006. O curso tem como proposta preparar profissionais com habilidades para desempenhar atividades desde a concepção até a manutenção de sistemas produtivos automatizados ou que possam ser automatizados, bem como contribuir para o progresso técnico e científico do país. Espera-se que o profissional

Engenheiro de Automação Industrial seja íntegro e capaz de avaliar as questões sociais, humanas, éticas, culturais, ambientais e econômicas.

O curso de Engenharia de Automação possibilita ao futuro engenheiro adquirir habilidades para a concepção de projetos, análise de sistemas, desenvolvimento e utilização de novas ferramentas e técnicas. O campo de atuação do Engenheiro de Automação é amplo, em razão de poder atuar em todos os tipos de plantas industriais que possuem processos e sistemas automatizados ou aquelas que demandam por algum tipo de automatização.

Em conformidade com o disposto no *site* do CEFET-MG Uned Araxá, além das competências e habilidades relacionadas na norma que regulamenta a profissão, outras consideradas importantes são:

- Utilizar a informática como ferramenta no exercício da Engenharia de Automação Industrial;
- Abordar, na forma experimental, os problemas que se apresentam;
- Operacionalizar problemas numéricos;
- Analisar e ensaiar materiais;
- Gerenciar, operar e realizar manutenção em sistemas e processos característicos da área de habilitação em Engenharia de Automação Industrial;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos de Engenharia, na área de Controle e Automação Industrial; e
- Desenvolver atividades práticas, analisando e interpretando resultados.

O curso é ministrado no turno da noite e tem a duração de 11 semestres com oferta de 30 vagas semestrais.

O curso de graduação do CEFET-MG tem um total de 3.600 horas de carga horária, distribuídas em um período de cinco anos e meio. A divisão da carga horária corresponde a disciplinas obrigatórias, optativas, atividades complementares e estágio supervisionado obrigatório. A Figura 1 apresenta a distribuição da carga horária do curso de Engenharia de Automação em função das disciplinas / atividades do curso, retirado como está disponível no site da instituição.

Figura 1 - Distribuição da carga horária do curso de Engenharia de Automação

Disciplina/Atividade	Créditos	Carga Horária	
		horas	horas-aula
Disciplinas Obrigatórias		2.970	3.888
Disciplinas Optativas (ou Eletivas)		330	396
Atividades Complementares			
Estágio Supervisionado Obrigatório		300	360
Total		3.600	

Fonte: Guia Acadêmico da Graduação 2018/2 – CEFET-MG

A matriz curricular completa do curso de Engenharia de Automação Industrial, que traz o detalhamento das disciplinas e atividades distribuídas por período, conforme o *site* da instituição, encontra-se no Anexo A desse trabalho.

Engenheiro de Automação, Ciência, Tecnologia e Sociedade

De Luca et al. (2018) destacam que a ação do homem em busca de desfechos que facilitem o modo de viver acontece desde a antiguidade, visto que o engendrar tinha como foco o bem-estar coletivo. A engenharia tem como características a implementação e o aperfeiçoamento de artefatos, o envolvimento de forma multidisciplinar com diversos conhecimentos, bem como a interação com a sociedade. O engenheiro, enquanto profissional, é parte de uma coletividade e dessa maneira pode-se inferir que a engenharia não tem sentido se não trabalhar em favor do aprimoramento social.

Grinspun (2001) destaca a importância da relação da educação com o saber sistematizado, ou seja, formar um sujeito alinhado com a capacidade de viver e conviver em sociedade, de modo a participar coletivamente, bem como estar apto a organizar e construir ideias com ordenação e fundamentação. Para a autora não existe separação entre a tecnologia e o homem, no que diz respeito a ter conhecimentos e saberes que irão ao encontro do desenvolvimento da tecnologia, bem como compreender de que maneira poderá influenciar a sua subjetividade. A autora complementa com os seguintes questionamentos:

Como preparar os profissionais que lidarão diretamente na construção/criação de novas tecnologias? Como formar o educando, o cidadão para viver esse novo tempo de forma a ter uma consciência crítica da tecnologia como conhecimento, e não como uma dimensão de dominação em termos políticos-sociais-econômicos? Como o homem deve ser educado para unir o conhecimento tecnológico com a sensibilidade necessária para não ser uma nova máquina de seu tempo? Como a escola deve trabalhar esta educação tecnológica? (GRINSPUN, 2001, p. 21).

Diante do exposto, espera-se que o engenheiro se posicione como sujeito reflexivo e crítico diante das circunstâncias apresentadas nos ambientes e frente às diversidades de segmentos nos quais possa atuar. No contexto da QRI e pluralidade de tecnologias que emergem para aplicações variadas, cabe ao profissional resgatar ou promover junto à equipe multidisciplinar seu entendimento, reflexão e crítica sobre as consequências positivas e negativas, uma vez que não poderá ser negado ao profissional a responsabilidade frente ao uso da ciência e tecnologia.

Dos escritos de Ellul em Ferré e Mitcham (1989, apud VERKERK et al., 2018) depreende-se que os Engenheiros e gestores não devem utilizar da neutralidade da ciência e da tecnologia como um alibi para fugir de sua responsabilidade. O desenvolvimento tecnológico é menos neutro e menos sujeito à lógica da ciência do que é geralmente suposto. Os engenheiros e gestores devem ser responsáveis por suas escolhas e devem aprender a pensar e projetar com liberdade e criatividade de forma responsável.

Segundo Hazen e Trefil (2005), o Engenheiro de Automação é um profissional em condições de usar “conhecimentos” tecno-físicos com uma mentalidade capaz de manipular no imaginário as formas (corpos ou objetos) e as tensões (forças) no espaço-tempo. Para os autores, torna-se significativo que o Engenheiro de Automação detenha a capacidade técnica e a inteligência abstrato-espacial aliada a uma consciência humanista baseada no sentimento de pertencimento à sociedade e à comunidade onde atua, além do respeito à natureza, de forma a criar um ambiente moral e ético.

Frente às solicitações da sociedade industrial contemporânea, o Engenheiro de Automação é um profissional com atribuições que podem alterar os métodos de trabalho com o uso da tecnologia, pois a automação de processos e conseqüentemente a inserção de dispositivos de controle podem alterar a demanda de trabalho, de modo particular as atividades que se relacionam a tarefas repetitivas.

O Engenheiro de Automação enquanto um sujeito reflexivo e crítico

A engenharia, como muitas profissões, passa por transformações frente aos impactos tecnológicos da sociedade contemporânea. As questões a serem analisadas não são apenas específicas da área de conhecimento, mas vão além, pois frente às mudanças, relevante se faz

repensar e discutir os fundamentos que se relacionam aos conteúdos e conectam tecnologia, cidadania e humanidade.

A tecnologia é um tema bastante debatido frente a diversos impasses da contemporaneidade, em razão de sobressair como grande entidade capaz de alterar o *modus vivendi* de uma sociedade e sua cultura. Desse modo se faz necessário o debate filosófico a respeito das inter-relações e a formação dos sujeitos que estarão envolvidos com o design, manipulação, criação e destinação dos artefatos, de forma muito peculiar o engenheiro.

O distanciamento entre os conteúdos estudados nas áreas de humanas e exatas é enfatizado por Cunha (2004), quando destaca o preconceito que predomina entre os cientistas e os técnicos ao se tratar a filosofia, pois a concebem desprovida de conteúdo e com ausência de praticidade de ideias. Fatos ocorridos no século XX, frente a não neutralidade da tecnologia, levaram a mudanças de posturas e olhar diferenciado para a tecnologia, uma vez que a forma como é pensada e manipulada pode carregar em si grande poder de construção e destruição, como citado pelo autor.

Cunha (1999, apud por Laudares, Paixão e Viggiano, 2009), enfatizam que os estudantes de engenharia percebem as disciplinas humanísticas como “perfumaria”. Segundo os autores, esse entendimento é legado do período positivista, onde as disciplinas relacionadas ao saber técnico-prático da profissão mereciam maior destaque às relacionadas à visão crítica do engenheiro com a sociedade, assim como as discussões sobre o lugar do engenheiro no mundo do trabalho capitalista.

Para pensar a engenharia e conseqüentemente o papel dos engenheiros buscamos Verkerk et al. (2018) que os consideram como sujeitos com maneira de pensar prática, com foco em soluções e aparatos técnicos, mas também envolvidos com sistemas complexos e sofisticados.

O processo de criação e o envolvimento com sistemas complexos diversos, nos leva a refletir a respeito da postura reflexiva e crítica do engenheiro, bem como as suas escolhas e respectivas responsabilidades na esfera profissional. Verkerk et al. (2018) destacam que, na era tecnológica o profissional tem cada vez menos intervenção sobre as várias particularidades do processo como um todo, uma vez que muitos projetos são elaborados em equipes, além de receber influências externas. Dessa forma, os autores argumentam que se faz necessário compreender a relação de responsabilidades, pois uma maior especialização estará relacionada a uma maior

responsabilidade individual, mas enquanto projeto e processo estará relacionada a uma descentralização e hierarquia de responsabilidades.

Nesse sentido o desenvolvimento de uma postura reflexiva e crítica dos engenheiros deve caminhar em conformidade com o contexto relacionado à profissão, dentro do seu campo de ação, de maneira a garantir a organização normativa e legal específica da profissão.

Ambientes de Aprendizagem e a formação de Engenheiros

A busca por compreensão de como os ambientes de aprendizagem podem interferir e contribuir na formação de profissionais teve início a partir de reflexões sobre o processo de aprendizagem e suas várias especificidades.

Segundo Bransford et al. (2000), mesmo os recém-nascidos podem ser considerados aprendizes ativos, pois carregam consigo certo ponto de vista em relação ao ambiente de aprendizagem. O mundo em que estão inseridos não é uma agitação de ecos e burburinhos, onde todos os estímulos se confundem. Os autores destacam que o cérebro de um recém-nascido prioriza determinadas informações como a língua, conceitos básicos no tocante a números, prioridades físicas e deslocamento de objetos animados e inanimados. A interpretação mais contemporânea em relação à aprendizagem é que as pessoas estabelecem o entendimento com sustentação no que acreditam e já entendem.

Silveira, Coelho e Ramos (2019) descrevem que desde o primeiro dia de vida tem início o processo de aprendizagem, pois se inicia um movimento de exposição a diversos elementos culturais e uma progressiva interação social. Ressaltam a vinculação do ser humano e o mundo a descobrir, assim como aprender, adquirir conhecimentos sejam eles simples ou complexos. O meio em que vive e as inter-relações concorrem para que o homem construa e aperfeiçoe o processo de aprendizado.

Camargos, Ortega e Ramos (2020) ressaltam o aperfeiçoamento do aprendizado que ocorre entre docentes e estudantes em ambientes diversos. Na engenharia pode ser destacado docentes que possuem uma atuação no mundo do trabalho, fora da instituição acadêmica, e trazem suas experiências e informações atualizadas para as salas de aula de modo a promover uma aproximação entre instituição formadora e mundo do trabalho. Na mesma linha de pensamento, Nitsch, Bazzo e Tozzi (2004), enfatizam que nesse caso o ambiente de trabalho torna-se um

ambiente de aprendizagem que complementa o ambiente acadêmico com saberes advindo das experiências laborais.

A análise dos ambientes de aprendizagem que contribuem para a formação do engenheiro no âmbito da QRI, está alinhada aos parâmetros curriculares da educação profissional e suas particularidades. Formar o sujeito na sua integralidade, de tal maneira que o aprendizado aconteça de forma planejada, elaborada e colaborativa ou autônoma e particular é o objetivo a ser alcançado.

Conforme Camargos e Ramos (2018) frente ao contexto da QRI, faz-se necessário avaliar o homem e sua integração ao mundo do trabalho, com exigências específicas, cenários competitivos e reflexões singulares sobre como os saberes e práticas profissionais se relacionam com o desenvolvimento tecnológico.

Ao enfatizar novos saberes e práticas, Bransford et al. (2000) destacam que até o século XX o foco da educação se baseava na incorporação de habilidades de letramento fundamentais, de modo que os estudantes não pensavam e nem liam de forma crítica. Frente ao contexto contemporâneo, os autores ressaltam a mudança na educação de forma a fornecer subsídios para resoluções de complexidades cotidianas e diversas, enfatizando a competitividade no ambiente de trabalho. Segundo os autores, outro fator que corrobora com alterações nos sistemas educacionais e reflete nos processos de ensino e de aprendizagem tem relação com o processo democrático, posto que o que antes acontecia apenas em um local específico, se desloca para o âmbito nacional ou global, impondo um novo ritmo para a troca de informações e a construção de conhecimentos que podem acontecer em locais diversos.

Dessa maneira, compreendemos que saberes e práticas podem estar inseridos em ambientes diversos onde acontecem os processos de aprendizagem. Camargos e Ramos (2018) complementam que para a sociedade pós-industrial torna-se relevante a busca de uma educação continuada e qualificada, pois o trabalho alinhado com o conhecimento tecnológico passa a ser uma grande demanda. Nesse sentido pode-se ressaltar a formação do engenheiro em uma estreita relação com o desenvolvimento tecnológico e em simbiose com os ambientes de aprendizagem e suas transformações.

Capítulo 6 - METODOLOGIA

Tipo de Metodologia

A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, pois tem como objetivo compreender questões sem ter como intenção primeira a quantificação numérica dos resultados encontrados. A finalidade da pesquisa científica não é apenas fazer um relatório ou descrição dos dados pesquisados empiricamente, mas relatar e interpretar os dados obtidos, conforme Lakatos e Marconi (2019).

De acordo com Minayo (1996) a pesquisa qualitativa não se preocupa em explicar e quantificar, mas sim compreender as relações, representações e valores, ao levar em consideração vários fenômenos humanos que agrupados irão formar um ambiente favorável para compreender e interpretar a realidade a ser pesquisada. Neste caso, trabalhamos com relatos de vivências e experiências que retrataram a ação humana objetivada.

Somado a tais considerações e ao caráter qualitativo da pesquisa, ressalta-se o caráter exploratório, uma vez que se buscou trilhar um caminho estreito entre o objeto a ser investigado e sua relação com o atual momento da sociedade.

Para Machado (2007), a pesquisa exploratória propicia uma aproximação do objeto que se investiga quando se coloca em prática o estudo teórico. O autor destaca a importância da seleção de materiais e reflexões sobre os mesmos de forma que contribuam para uma aproximação e compreensão do problema/objeto. Assim, faz-se necessário dialogar com diversos outros autores, que trabalham o mesmo tema, para que se possa alicerçar o problema a ser investigado.

O procedimento metodológico contém passos a serem seguidos em função dos objetivos da pesquisa. Para Mazzotti e Gewandsznajder (1998) as etapas de desenvolvimento da pesquisa abrangem: a exposição do contexto, o método de escolha dos participantes, os mecanismos e o meio de coleta e análise de dados, de forma a possibilitar o planejamento e desenvolvimento, bem como delinear possíveis dificuldades na execução da pesquisa.

Lakatos e Marconi (2003) traçam o conceito que o método corresponde a um conjunto de atividades ordenadas e pragmáticas que permitem ao investigador alcançar o objetivo de forma segura, partindo de conhecimentos verdadeiros e significativos, indicando caminhos, que o possibilite a tomada de decisões e o auxílio na detecção de erros.

Da Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, com a busca pelos descritores “Indústria 4.0”, “Quarta Revolução Industrial”, “Ambientes de Aprendizagem” e “Engenharia de Automação”. O objetivo foi identificar artigos que dialogassem com o tema proposto nessa investigação, de forma a corroborar com a fundamentação teórica de nossa pesquisa. Para tal, foi utilizado o acesso remoto denominado CAFE da Instituição CEFET-MG.

Após a identificação e seleção dos trabalhos realizou-se uma leitura flutuante como proposto por Bardin (2016). A leitura flutuante foi feita na seguinte ordem: título, palavras-chave, resumo, introdução, considerações finais / conclusão. A leitura objetivou selecionar trabalhos que tinham relação direta com o problema proposto nessa pesquisa e que contribuíssem para contextualizar a temática de nossa investigação.

Do Caminho Burocrático

As etapas para concretização dessa dissertação seguiram o caminho burocrático delineado pelo CEFET-MG.

Com o projeto de pesquisa consolidado, o mesmo foi encaminhado aos pareceristas escolhidos para que avaliassem a proposta e se seria factível a realização da pesquisa em função da temática abordada, perfil de participantes e o tempo de duração estabelecido para o mestrado. O projeto de pesquisa foi enviado aos pareceristas em Dezembro de 2018.

Nos meses de Fevereiro e Março de 2019, recebemos o projeto de pesquisa com comentários dos pareceristas escolhidos e que contribuíram de forma significativa para o aprimoramento do trabalho. As correções, inclusões e exclusões foram realizadas. Procedeu-se o encaminhamento do projeto de pesquisa para a avaliação do colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG (PPGET) e posterior inclusão do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil.

Dentre a comunidade acadêmica, muito se falava sobre a complexidade de inclusão de projeto de pesquisa na Plataforma Brasil. Nesse momento, contamos com a colaboração do Grupo de Pesquisa Desenvolvimento Profissional Docente: Entre o Saber e o Fazer na EPT –

DPRODEPT, do CEFET-MG que promoveu em Março de 2019 uma palestra com uma representante do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do CEFET-MG, órgão colegiado vinculado à Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DPPG) do CEFET-MG. As orientações e os procedimentos de tramitação e organização de documentos a serem submetidos à Plataforma Brasil foram discutidos no evento. De maneira a complementar o apoio, contamos também com auxílio individual e presencial disponibilizado pelo CEP – CEFET-MG a todos os mestrandos às terças e quintas no Campus VI do CEFET-MG.

De posse das informações e documentos a serem anexados ao projeto de pesquisa, devidamente organizados e assinados, iniciamos o processo de inclusão do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil e submissão ao CEP.

O projeto de pesquisa, juntamente com o instrumento de coleta de dados foi submetido ao CEP para avaliação da proposta e aprovação do projeto. A abordagem e coleta de dados com a cooperação dos participantes foi realizada somente após aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP/CONEP em atendimento à Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 e Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. O projeto de pesquisa foi aprovado no dia 12 de Junho de 2019 e registrado sob o CAAE 12396919.7.0000.8507.

Em Junho de 2019, com o consentimento do CEP/CONEP, iniciamos o contato com a Instituição formadora selecionada para a pesquisa, nesse caso o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET- MG - Uned Araxá. Foi solicitado nesse contato a disponibilização dos dados dos egressos do curso de Engenharia de Automação, com o intuito de realizar a aproximação com os possíveis participantes.

A escolha pelo CEFET-MG se deve ao fato de poder ser considerado como a maior instituição de ensino tecnológico do Estado de Minas Gerais com unidades em áreas estratégicas onde prevalece acentuado desenvolvimento industrial. O ensino qualificado está distribuído em nove cidades do Estado de Minas Gerais: Araxá, Belo Horizonte, Contagem, Curvelo, Divinópolis, Leopoldina, Nepomuceno, Timóteo e Varginha.

De acordo com informações do *site* da instituição, o CEFET-MG é um estabelecimento de ensino com mais de 100 anos e teve sua origem no Decreto nº 7566 de 23 de setembro de 1909, subscrito pelo Presidente Nilo Peçanha. O ensino superior passou a ser ofertado pela instituição em 1978.

O CEFET MG - Uned Araxá oferece os cursos nas modalidades de Educação Profissional Técnica Integrada de Nível Médio (duração três anos mais estágio), Ensino Técnico com Concomitância Externa (duração dois anos mais estágio) e Ensino Técnico Subsequente (duração dois anos mais estágio). Destacamos os cursos de graduação em Engenharia de Automação Industrial (duração cinco anos e meio) e Engenharia de Minas (duração cinco anos). O curso superior de Engenharia de Automação Industrial teve seu início em 2006.

Do Contato com os Egressos

O contato via telefone com a secretaria do curso de Engenharia de Automação Industrial foi o caminho para iniciarmos a coleta de informações sobre os egressos. O responsável pelo setor nos informou sobre uma relação de egressos cadastrados no *site* da instituição, e que por norma da instituição os funcionários não estariam autorizados a divulgar os contatos pessoais dos egressos. Em junho de 2019 estavam cadastrados no *site* do CEFET-Uned Araxá 51 egressos.

Dessa forma, após seguirmos as orientações recebidas pela secretaria do curso de Engenharia de Automação Industrial do CEFET-Uned Araxá, e com a relação de egressos cadastrados no *site* da instituição, iniciamos o trabalho de busca dos referidos nomes em redes sociais, destacando o *site LinkedIn* por ser uma rede de relacionamentos profissionais, de modo a fazer uma abordagem e aproximação mais formal, uma vez que por critério de sigilo da Instituição, não eram disponibilizados *e-mails* dos egressos.

Por meio do *site LinkedIn*, verificamos que alguns egressos eram funcionários da instituição CEFET – UNED Araxá e nesse caso foi solicitado à secretaria do curso de Engenharia de Automação os respectivos *e-mails* corporativos para contato, no qual fomos prontamente atendidos.

Foi elaborado uma planilha eletrônica para compilar os dados dos egressos extraídos do *site* e organizar toda as informações relevantes, bem como controle de tramitação de envio e recebimento de *e-mails*, Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e questionário. A planilha foi alimentada de forma dinâmica com informações como meio de contato, data do contato, retorno do TCLE assinado e retorno do questionário eletrônico. Destacamos que a planilha elaborada não constará no apêndice da dissertação por trazer informações pessoais dos egressos.

A etapa de abordagem dos participantes durou aproximadamente três meses que incluiu a busca pelo *site LinkedIn*, o contato por meio de mensagens e convites para integrar a rede de amigos profissionais dos participantes e convidá-los a participar da pesquisa. Após o aceite, iniciou-se ainda, pelo *site LinkedIn*, uma abordagem mais objetiva para explicar o motivo da aproximação e o convite para responder o questionário. No momento da abordagem era solicitado um *e-mail* de contato de forma a facilitar o envio de documentos a serem assinados e o instrumento de coleta de dados no formato digital.

Os 13 egressos que aceitaram colaborar com a pesquisa receberam inicialmente o TCLE, para que pudessem ter o entendimento do processo, direitos, bem como mais informações sobre a pesquisa e a pesquisadora. Foi enfatizado por *e-mail* a importância da assinatura do TCLE de maneira a evidenciar o aceite e tornar possível a configuração dos dados de pesquisa que só poderiam ser contabilizados após assinatura do termo. O questionário eletrônico foi enviado para o *e-mail* informado pelo participante.

Relevante ressaltar as formas de contato com os egressos, pois, alguns tinham preferência pelo *site LinkedIn*, enquanto outros preferiam o contato por *e-mail*. Assim sendo, buscamos nos atentar para a forma escolhida de contato de modo a respeitar a singularidade de cada participante da pesquisa.

Da Construção do Questionário e de sua Validação

O instrumento de coleta de dados escolhido para essa pesquisa foi o questionário semiestruturado, que teve por objetivo reunir opiniões dos participantes de modo a apresentar informações que pudessem contribuir na elucidação das questões norteadoras de nossa investigação. Gil (2008) enfatiza que o questionário enquanto método corresponde a uma série de questões que serão respondidas com o objetivo de conseguir informações que possam nortear a temática discutida.

O questionário eletrônico utilizado na pesquisa como instrumento de coleta de dados foi validado por um grupo de quatro colaboradores, não pertencentes ao grupo pesquisado, mas com formação semelhante ao perfil pesquisado, com o intuito de detectar possíveis questões mal elaboradas que poderiam confundir e comprometer a qualidade dos dados coletados.

O questionário foi dividido em oito categorias de forma a abordar diferentes tópicos que convergem para o entendimento do tema proposto. As categorias são as seguintes: Perfil do participante, Conhecimento sobre a Indústria 4.0 ou QRI, Habilidades e saberes a serem considerados na formação do EA para atuar no mundo da QRI, Identificação dos ambientes de aprendizagem que contribuem para a formação e requalificação do Engenheiro de Automação Industrial, Ambientes de aprendizagem e suas contribuições para a formação do profissional crítico e reflexivo, Desafios do Engenheiro de Automação Industrial diante das múltiplas exigências provenientes da QRI, Formação profissional e concordância com as demandas da sociedade tecnológica e Contribuição para a pesquisa.

Da Aplicação do Questionário

A escolha do questionário digital enviado via sistema on-line como instrumento de coleta de dados levou em consideração a possibilidade de alguns profissionais atuarem em trabalho remoto, visto que a engenharia de Automação Industrial pode demandar a atividade de comissionamento e testes que é executado em indústrias ou empresas em qualquer região do país, fato que não teria como ser identificado no momento da escolha dos participantes e respectivos trabalhos.

Frente ao planejamento realizado para a estruturação dessa pesquisa e após envio do questionário eletrônico, ficou estabelecido o prazo de 30 dias para que os participantes respondessem o questionário. Após o prazo limite de devolução dos questionários respondidos, iniciou-se o processo de tabulação, categorização e análise dos dados coletados.

Após recebimento do questionário respondido, era enviado aos participantes um *e-mail* de agradecimento, de modo a destacar a relevância da contribuição dos mesmos para a concretização dessa pesquisa.

Da Tabulação dos Dados

A tabulação dos dados seguiu os procedimentos metodológicos de análise de conteúdo de acordo com Bardin (2016), com uma sequência ordenada das etapas, para melhor compreensão e interpretação dos dados coletados. A sequência de trabalho consistiu na pré-análise e teve

como objetivo a organização das respostas para possibilitar a criação de categorias em conformidade com as questões de pesquisa para posteriormente proceder as análises. Diante da análise das categorias buscou-se a triangulação das informações em conjunto com a sustentação teórica a partir da revisão de literatura selecionada, de forma a favorecer a verificação do pressuposto.

Dos Critérios de Análise

A análise das respostas obtidas no questionário eletrônico seguiu uma sequência lógica em função das categorias adotadas no instrumento de coleta de dados. O propósito foi compreender o perfil do participante da pesquisa, a sua atuação no mundo profissional, bem como suas opiniões, vivências, sugestões e desafios frente ao momento tecnológico denominado QRI.

Todas as respostas foram lidas e percebidas em função de cada questionamento específico. Tentamos abordar tópicos diferentes, mas que convergiam em uma mesma categoria, mesmo sabendo que há muito o que se pesquisar e nenhum tema se finda no retratado nessa dissertação.

As respostas e respectivas considerações foram expostas em gráficos, tabelas, quadros e em muitos casos de modo descritivo. Possibilitar momentos para que o participante se expressasse foi significativo, ou seja, sem uma predeterminação de respostas já selecionadas. As respostas descritivas obtidas dos participantes foram agrupadas por similaridade de conteúdo. Com a organização das respostas dos participantes, buscamos no referencial teórico selecionado, embasamento para compreensão dos itens apresentados.

Capítulo 7 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo é dedicado a apresentação e análise dos resultados encontrados, ou seja, da revisão bibliográfica até as respostas obtidas dos participantes da pesquisa por meio do instrumento de coleta de dados.

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu na busca pelos descritores: “Ambientes de Aprendizagem”, “Engenharia de Automação”, “Indústria 4.0”, “Quarta Revolução Industrial. Após leitura detalhada dos artigos foram selecionadas as fontes que forneceram contribuições para esse trabalho.

Percebemos uma produção restrita em relação ao descritor “Engenharia de Automação”. Por meio da busca no *site* CAPES encontramos poucos artigos publicados no período de 2015 a 2019 que se alinhassem diretamente com a proposta da dissertação.

Ao proceder a busca no *site* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, observamos que existe uma relação de áreas específicas da Engenharia com campo determinado, mas a Engenharia de Automação Industrial ainda não se configura como área específica de busca. Relacionamos a seguir as áreas de conhecimento da “Engenharia” que são específicas no *site* citado:

- Engenharia Aeroespacial;
- Engenharia Biomédica;
- Engenharia Civil;
- Engenharia de Materiais e Metalurgia;
- Engenharia de Minas;
- Engenharia de Produção;
- Engenharia de Transportes;
- Engenharia Elétrica;
- Engenharia Mecânica;
- Engenharia Naval e Oceânica;
- Engenharia Nuclear;

- Engenharia Química; e
- Engenharia Sanitária.

Em função do momento tecnológico que envolve um grande processamento de dados, algoritmos, interconexões, *hardware* e *softwares* diversos, os temas discutidos nos artigos encontrados no *site* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES não contemplavam as interfaces da Engenharia de Automação e o alinhamento do sujeito profissional frente ao novo contexto tecnológico. Destacamos que mesmo a Engenharia de Automação apresentando interface em vários segmentos industriais e o crescente automatismo de processos e sistemas, o número de publicações com o descritor ainda é escasso.

Para compreensão de características e interfaces relacionadas ao curso de Engenharia de Automação, destacamos que o *site* do CEFET-MG contribuiu com informações relevantes para essa pesquisa.

As principais temáticas abordadas nos artigos com os descritores “Quarta Revolução Industrial” e “Indústria 4.0”, referem-se a desafios e oportunidades em contextos tecnológicos dos processos industriais, sistemas de monitoramento e diversos artefatos tecnológicos, integração de processos no que diz respeito a banco de dados, muitos deles voltados à inclusão e modernização de sistemas industriais.

A busca por artigos com conteúdo referente ao descritor “Ambientes de Aprendizagem”, nos remeteu a um número maior de publicações com abordagens diversas, destacando as categorias “TIC na Educação” e “Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVA e Presenciais”, mas que não se alinham diretamente com o tema desse trabalho.

A busca com o descritor “Ambientes de Aprendizagem”, teve como propósito a aproximação de conteúdos que discutiam o modo que os ambientes proporcionavam o processo de aprendizagem contínua, troca de experiências e vivências, bem como atualizações frente ao contexto da QRI. Verificamos que muitas publicações retratam o tema “Ambiente de Aprendizagem” relacionado à educação básica. Percebemos que a tratativa sobre o descritor e respectivo tema está muito relacionado em “como fazer” o processo “ensino” para que ocorra o processo “aprendizagem”.

Questionário Eletrônico

Perfil dos egressos

Os participantes dessa pesquisa fazem parte do grupo de egressos formados em Engenharia de Automação Industrial do CEFET-MG – Uned Araxá. Ao escolhermos os egressos pretendemos compreender o vínculo entre o engenheiro graduado e a instituição formadora, bem como percebermos por meio de suas vivências e experiências as habilidades profissionais e respectiva atuação no mundo do trabalho.

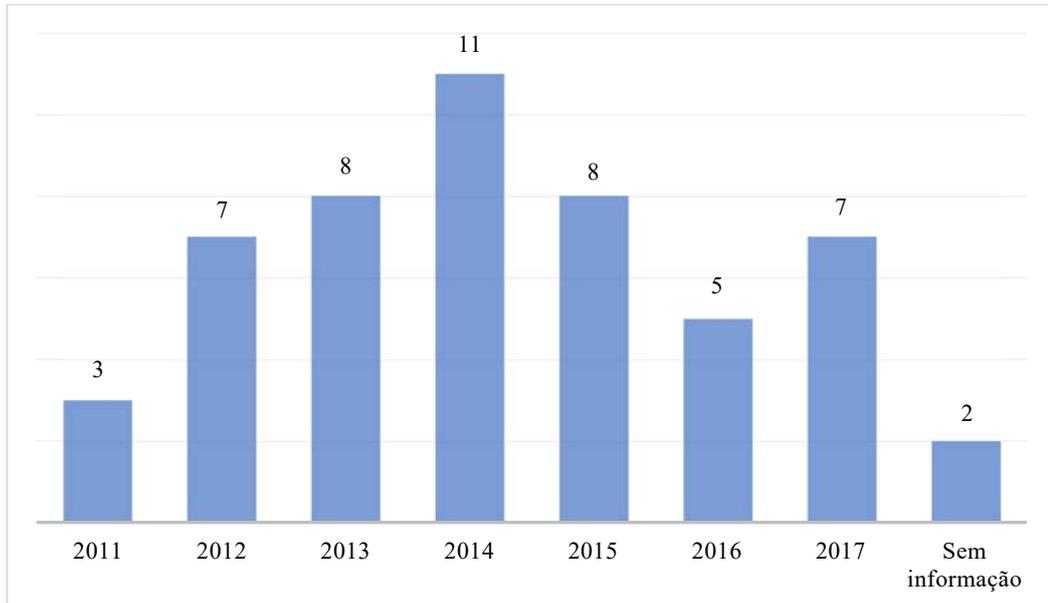
As condições profissionais dos egressos, segundo Lima e Andriola (2018), podem estabelecer um processo de avaliação crítica do curso, ou seja, pelas informações recebidas dos egressos pode-se explorar a qualidade da formação profissional, bem como se o curso de graduação oferecido está alinhado com as demandas do mundo do trabalho. Os autores complementam que a estratégia de acompanhamento dos egressos em função dos conhecimentos obtidos no processo de formação, impacta diretamente na análise da efetividade social e profissional do curso ministrado.

Número de Egressos versus ano de Formação

A relação de egressos do curso de graduação em Engenharia de Automação Industrial foi retirada do *site* da instituição CEFET-MG Uned Araxá em junho/2019.

Observou-se que o período de formação em Engenharia de Automação Industrial está compreendido no período de 2011 a 2017. O Gráfico 1 a seguir, mostra a relação de egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial – CEFET MG.

Gráfico 1- Relação de egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial – CEFET MG, cadastrados no site da Instituição até junho/2019 por ano de formação



Fonte: dados da pesquisa

Enfatizamos que as informações do Gráfico 1, mostram a relação de egressos com dados cadastrados no *site*, sendo que a data de corte considerada para essa pesquisa foi Junho/2019.

Gênero dos egressos

Gráfico 2 mostra a representatividade de homens e mulheres que se formaram no curso de Engenharia de Automação Industrial e estão cadastrados no site da instituição.

Gráfico 2- Gênero dos egressos



Fonte: dados da pesquisa

Os dados do Gráfico 2, que se refere aos egressos do curso de EA que estão cadastrados no *site*, mostra que há uma predominância do sexo masculino, ou seja, do grupo de 51 egressos, 35 são homens e 16 são mulheres.

A predominância masculina na engenharia é destacada por Bahia e Laudares (2013) quando apontam a origem dessa profissão no contexto militar, que significava um distanciamento e mesmo uma negativa à entrada de mulheres para o ofício, pois a capacitação se destinava apenas ao sexo masculino. Para os autores, ainda existe um número reduzido de mulheres em áreas que envolvem tecnologias, mas observa-se um interesse maior de mulheres pela engenharia, mesmo com alguns estereótipos.

Moraes e Cruz (2018), de outro modo, ressaltam que a partir do momento que se transforma a realidade social, o trabalho feminino passa a ser crescente e contribui para alterar a economia e rede de convívios, de maneira a ter mulheres assumindo cargos que antes eram predominantemente masculinos. Segundo as autoras, o curso de Engenharia vem se demonstrando acessível às mulheres, mas o mercado de trabalho ainda é restrito, pois, algumas atividades consideradas mais “duras”, são direcionadas ao sexo masculino.

Em consonância com as afirmações acima enunciadas, Schwab (2016) destaca que na QRI poderá haver aumento de demanda por funções que as máquinas não podem realizar, como a empatia e a compaixão. O autor enfatiza que as mulheres poderão prevalecer em muitas dessas ocupações, incluindo psicólogas, terapeutas e enfermeiras.

Atuação Profissional Atual dos Egressos

Verificamos que a atuação profissional dos egressos assume caráter diversificado, visto que, de acordo com os dados disponibilizados no *site* da instituição, alguns egressos atuam na área da EA, outros na área da docência e alguns se encontram fora da área de atuação da Engenharia.

Mesmo com a expansão na área industrial e estarem em região que demanda grande quantidade de profissionais engenheiros, muitos egressos não estão desenvolvendo atividades relacionadas à habilitação de EA.

O Quadro 1 a seguir, mostra a distribuição por área de atuação dos 51 egressos cadastrados no *site*.

Quadro 1- Atuação profissional atual dos egressos

ATUAÇÃO PROFISSIONAL	QUANTIDADE
ANALISTA DE AUTOMAÇÃO	1
ENGENHEIRO DE AUTOMAÇÃO	7
ENGENHEIRO DE PROJETOS	1
ENGENHEIRO DE OPERAÇÕES	1
INSTRUMENTISTA INDUSTRIAL	4
SUPERVISOR / LÍDER / COORDENADOR DE AUTOMAÇÃO	6
TÉCNICO DE AUTOMAÇÃO	1
DIRETOR DE INSTRUÇÃO / PILOTO CHEFE	1
ECONOMIÁRIA	1
EMPRESÁRIO	1
ENGENHEIRO DE MINAS	1
ENGENHEIRO DE ORÇAMENTOS	1
GERENTE DE SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE	1
PROFESSOR	7
PROGRAMADOR DE SISTEMAS	1
TÉCNICO ADMINISTRATIVO	2
TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA	1
TÉCNICO EM ELETRÔNICA	3
TÉCNICO EM INFORMÁTICA	2
TÉCNICO DE LABORATÓRIO	1
TÉCNICO DE PLANEJAMENTO	2
SUPERVISOR DE MANUTENÇÃO EQUIPAMENTOS MÓVEIS	1
SUPERVISOR DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	1
NÃO ESTÁ TRABALHANDO	3

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 1 mostra a área de atuação profissional atual dos egressos e podemos perceber que sete egressos informaram estarem registrados como Engenheiro de Automação Industrial. Observamos correspondência com a área de Engenharia de Automação as áreas denominadas “Analista de Automação”, “Engenheiro de Projetos”, “Engenheiro de Operações”,

“Instrumentista Industrial”, “Supervisor/Líder/Coordenador de Automação” e “Técnico de Automação”. Tal correspondência pode ser inferida com base na experiência profissional da pesquisadora na área de projetos industriais de Automação e Instrumentação. Percebemos que alguns profissionais podem não possuir o registro de “Engenheiro” no desempenho do cargo, mas desempenham tarefas afins com a área de formação, uma vez que a denominação da função pode ter nomenclaturas diferentes por segmento ou empresa. Baseada nessa premissa, pode-se inferir que grande parte dos egressos atuam em área afim de formação, ou seja, 21 dos 51 egressos cadastrados no site.

Meio de contato com os Egressos

Após o levantamento das informações dos egressos cadastrados no *site* da instituição até Junho/2019, iniciamos a busca pelo contato dos mesmos no *site LinkedIn*. A busca teve a duração de três meses e a finalidade era o convite para participar como colaboradores em nossa investigação. Por meio do *site LinkedIn*, conseguimos localizar e enviar um convite para fazer parte da rede de relacionamento profissional de 24 egressos. Desse total, 13 egressos aceitaram ser participantes da pesquisa.

Alguns fatores dificultaram nossa abordagem, dentre eles: não conseguimos localizar no *site LinkedIn* o contato de 27 egressos cadastrados no *site* da instituição e dos 24 cadastrados no *site LinkedIn*, 11 não aceitaram o convite ou mesmo retornaram ao convite com alguma resposta. As redes sociais como *Instagram* e *Facebook* foram desconsideradas como opção de acesso aos egressos, de modo a manter a privacidade dos mesmos.

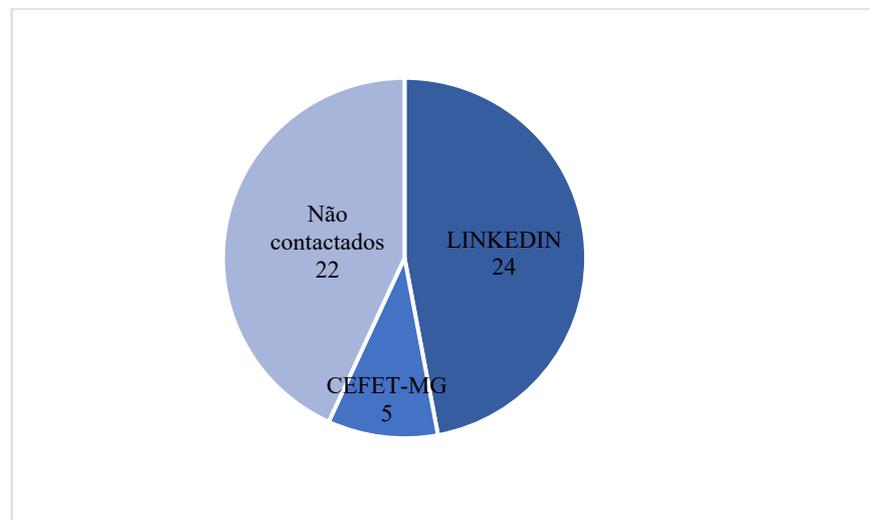
Por meio de informações disponibilizadas no *site LinkedIn*, observamos que cinco egressos faziam parte do corpo de funcionários do CEFET-MG Uned Araxá. Entramos em contato com a secretaria da instituição para solicitação do *e-mail* corporativo. De posse dos contatos, enviamos *e-mail* aos mesmos para convidá-los a participar da pesquisa. Destacamos que apenas dois funcionários se prontificaram a contribuir com a pesquisa.

Mesmo diante da dificuldade de conseguir o contato para formalização do convite, não foi cogitado alteração do perfil do participante para essa pesquisa. Enfatizamos que as respostas obtidas nos questionários *on-line* fornecidas pelos 13 participantes que aceitaram nosso convite, contribuíram para a compreensão e percepção do perfil do engenheiro egresso cadastrado no

site do CEFET-MG – Unidade Araxá até junho/2019, frente aos desafios advindos do momento tecnológico industrial. Ressaltamos que as contribuições refletem as percepções de um perfil parcial do total de egressos, ou seja, percepções de 13 egressos de um grupo de 51 cadastrados no *site* da instituição. Não conseguimos contactar 22 egressos cadastrados no *site* da instituição.

O Gráfico 3 a seguir, mostra a relação dos meios utilizados para contato com os egressos.

Gráfico 3- Meio de contato com os egressos



Fonte: dados da pesquisa

Ao fazer um cruzamento dos dados mostrados no Gráfico 3 com os dados apresentados no Quadro 1, observamos que a atuação profissional dos egressos cadastrados no *site* do CEFET- Uned Araxá, se dá em uma diversidade de áreas de atuação, algumas com afinidade com a Engenharia de Automação e outras em segmentos diversificados. Verificamos que tal distanciamento da área da Engenharia de Automação Industrial e a desvinculação de *sites* de relacionamento profissional poderia no futuro dificultar um posterior alinhamento na carreira de formação na graduação, pois com o avanço tecnológico muitas oportunidades de trabalho já são disponibilizadas pelas empresas no *site LinkedIn*.

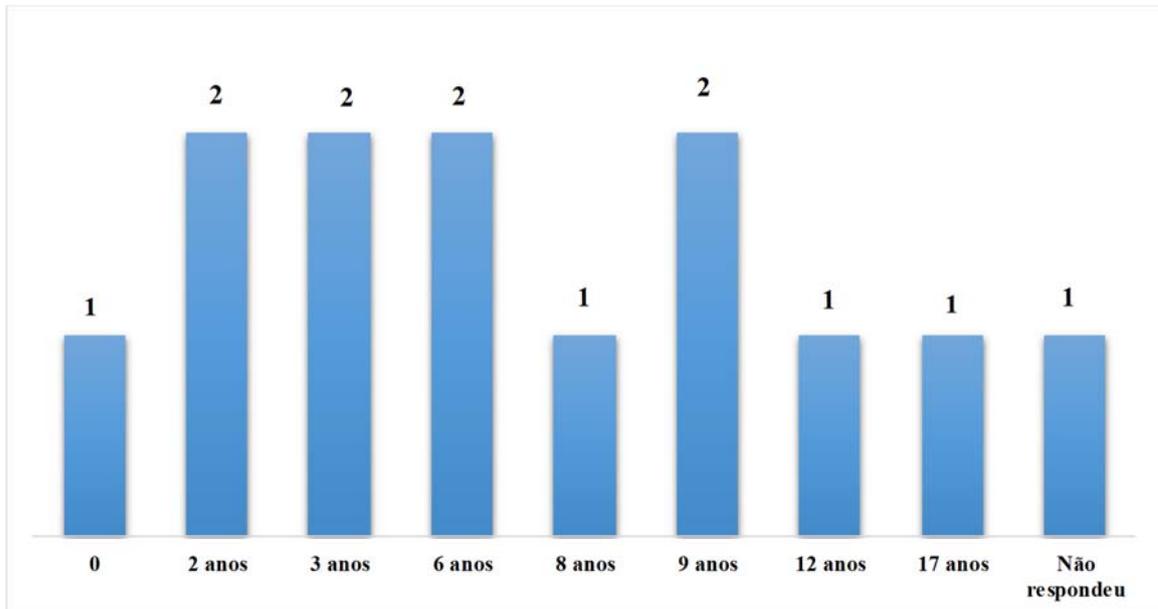
O conhecimento do perfil dos participantes da pesquisa contribuiu para que pudéssemos perceber as opiniões que culminaram na sustentação da pesquisa. O intuito não foi analisar se as respostas estavam certas ou erradas, mas compartilhar as experiências vivenciadas, bem como percepções de cada sujeito observando as especificidades de cada um.

Na sequência, serão traçados os dados referentes ao perfil dos 13 participantes da pesquisa. Um traço do perfil dos participantes da pesquisa é a faixa etária que está compreendida entre 22 e 40 anos. Prosseguiremos à análise e discussão das respostas obtidas por meio do questionário.

Trajetória Profissional dos Participantes da Pesquisa

Na busca por compreendermos a trajetória profissional dos participantes, solicitamos informações sobre o tempo de atuação na área. O Gráfico 4 a seguir, sintetiza essas informações.

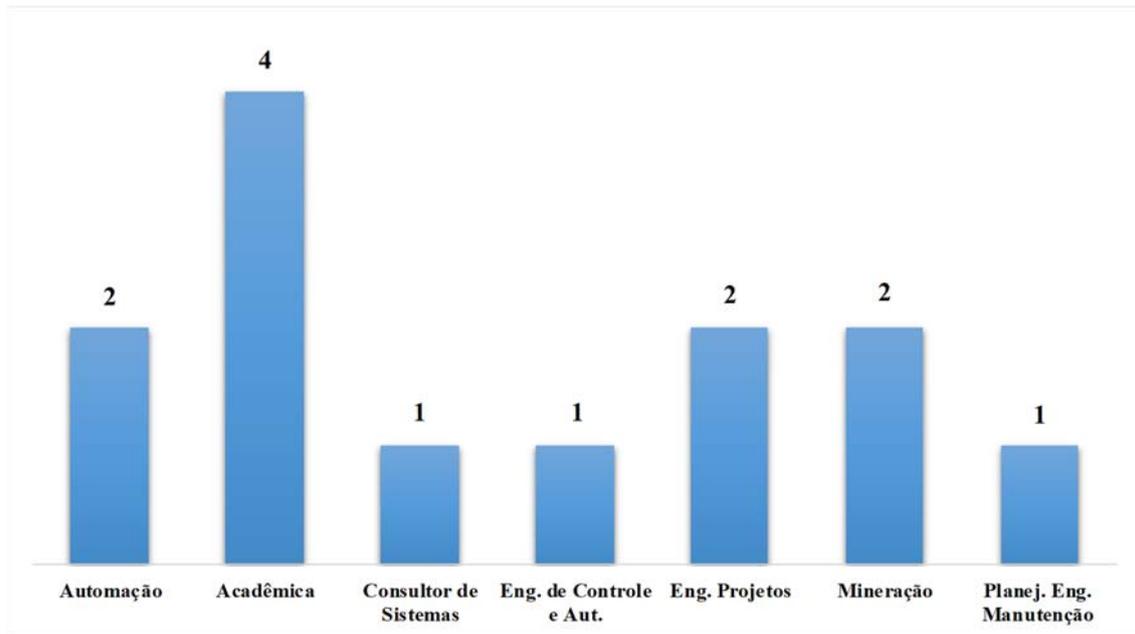
Gráfico 4- Tempo de atuação na área



Fonte: dados da pesquisa

A partir das informações do Gráfico 4, observamos uma variação no tempo de atuação dos participantes, alguns como iniciantes e outros mais experientes. O cruzamento com dados do Gráfico 1, mostra que a titulação como Engenheiro de Automação Industrial para os participantes aconteceu no período de 2011 a 2017. Os dados da pesquisa revelam que a primeira turma se formou em 2011, o que corresponde no ano de 2019 há oito anos de formado. Os dados do Gráfico nos mostram que quatro participantes atuam na área há mais tempo, ou seja, nove, 12 anos e 17 anos. Podemos inferir que tais participantes já possuíam vivência em trabalhos relacionados à engenharia ou áreas afins mesmo antes de terminarem a graduação.

Solicitamos aos participantes da pesquisa que especificassem a área de atuação profissional atual, para percebermos se o mesmo atua em área afim com a Engenharia de Automação Industrial. O Gráfico 5 especifica a respectiva área de atuação dos participantes da pesquisa.

Gráfico 5 - Área de atuação

Fonte: dados da pesquisa

Os dados mostrados no Gráfico 5 evidencia uma maior concentração de participantes atuando na área acadêmica, ou seja, 4 participantes.

Observamos uma diversidade de áreas de atuação dos participantes, ou seja, além da área acadêmica, dois participantes atuam na área de Automação, um participante atua como Consultor de Sistemas, um participante atua como Engenheiro de Controle e Automação, dois participantes trabalham na área de Engenharia de Projetos, dois participantes trabalham no ramo da Mineração e um participante atua na área de Planejamento de Engenharia de Automação.

Solicitamos aos participantes que nos respondessem se a área de atuação corresponde à área de formação e obtivemos o seguinte resultado:

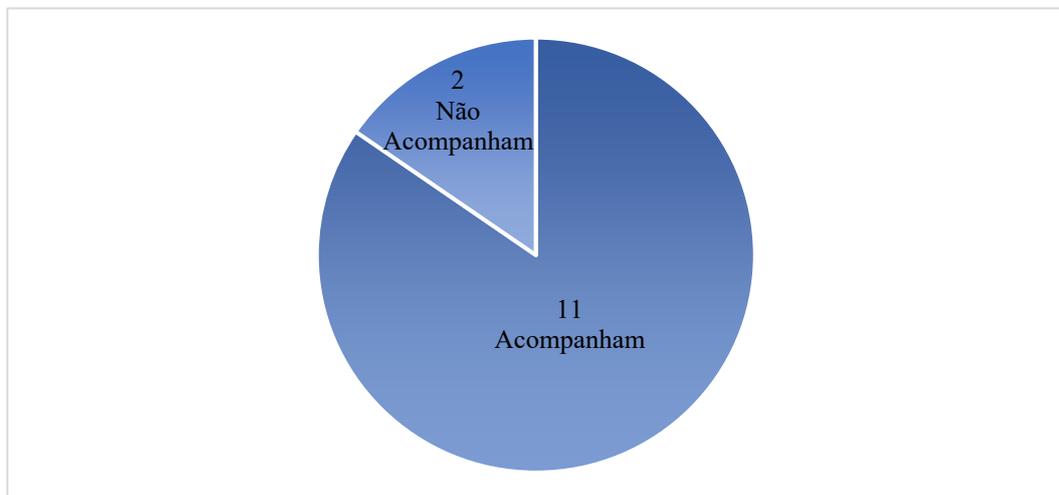
- Sim: 10 participantes;
- Não: um participante, atua como consultor de sistemas; e
- Indiretamente: dois participantes, sendo que um participante atua na área de planejamento de engenharia de manutenção e o outro atua no segmento de mineração.

Conhecimentos sobre a QRI

Com o delineamento do perfil do participante, evoluímos para questões sobre a temática relacionada à Indústria 4.0, para que pudéssemos compreender a maneira como buscam informações e possíveis relações com o momento profissional do participante.

O Gráfico 6 a seguir, mostra a quantidade de participantes que acompanham informações referentes à QRI.

Gráfico 6 - Quantidade de participantes que acompanham informações referentes à QRI



Fonte: dados da pesquisa

Conforme apresentado no Gráfico 6, podemos verificar que 11 participantes responderam que acompanham as informações referentes à QRI e apenas dois não acompanham. Em relação aos participantes que informaram não acompanhar as informações referentes à QRI, destacamos que um participante trabalha no ramo da Mineração e o outro participante atua na área acadêmica. Aos que afirmaram que buscam informações, solicitamos que nos expusessem suas concepções sobre a QRI.

As contribuições dos participantes foram agrupadas por semelhanças na descrição da concepção. O grupo evidenciou compreender que a QRI é o desenvolvimento de meios para análise automática dos dados utilizando inteligência artificial, como também percebemos em suas respostas, que consideravam importante a integração de tecnologias para permitir que os processos industriais se tornem mais autônomos e customizáveis. Os participantes demonstraram interesse sobre a importância da QRI de forma a atender demandas de mercado e contribuir com a qualidade de vida dos trabalhadores. Acreditam também ser uma tendência

para as indústrias, uma vez que propicia grande capacidade de armazenamento e processamento de dados.

Segundo Arbix *et al.* (2017) a Indústria 4.0 representa uma expressão de transformações industriais, promovendo a integração entre homens, máquinas e a inteligência de algoritmos e softwares. Os autores ressaltam que ferramentas e características diversas já criam uma nova organização em segmentos econômicos, destacando os sistemas da indústria manufatureira, com investimentos em inovação, em função do novo ciclo industrial com seus sistemas digitais complexos, comunicação em rede e automação de processos.

Solicitamos aos participantes da pesquisa que escolhessem, entre quatro alternativas, o(s) motivo(s) pelo(s) qual(is) busca(vam) informações sobre a QRI, posto que a partir das respostas anteriores percebemos uma aproximação com o tema. Nesse tópico foi consentido aos participantes marcar mais de uma opção. O Quadro 2 a seguir, mostra o modo que os participantes interagem com o tema QRI.

Quadro 2- Interação dos participantes com o tema QRI

INTERAÇÃO COM O TEMA	QUANTIDADE
CURIOSIDADE PESSOAL	9
DEMANDA NO TRABALHO PARA APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS	5
BUSCA DE INFORMAÇÕES EM FUNÇÃO DE DISCUSSÕES SOBRE NOVAS TECNOLOGIAS E POSSÍVEL OPORTUNIDADE DE APLICAÇÃO NO FUTURO	5
OUTROS	0

Fonte: dados da pesquisa

A partir das informações do Quadro 2, verificamos que a curiosidade pessoal prevalece sobre as demais opções. Inferimos que a discussão sobre o tema tem sido recorrente em diversos meios de comunicação e este fato pode promover o interesse em atualização sobre o assunto. Salientamos que o tema QRI ainda está se expandindo entre profissionais de diversas áreas e pode ser pouco explorado por leigos.

Destacamos que a interação com o tema QRI, em função de demanda no trabalho para aplicação de novas tecnologias, foi uma alternativa selecionada por cinco participantes. O cruzamento dos dados com a área de atuação dos mesmos nos mostra que um participante atua na área de

Planejamento – Engenharia de Manutenção, um participante atua na área acadêmica, um participante trabalha no ramo de Mineração, um participante é Consultor de Sistemas e o outro participante atua na área de Engenharia de Projetos.

Segundo Porath, Travassos Júnior e Tilp (2019), o ano de 2027 poderá ser considerado o marco da otimização e maior introdução de tecnologia avançada nos sistemas produtivos. Santos et al. (2018) destacam que não está muito clara a forma de como irá ocorrer a transição e implementação do novo formato tecnológico e Carvalho e Duarte Filho (2018) ao aplicarem um questionário sobre a temática QRI em um grupo heterogêneo de pessoas puderam verificar a necessidade de maiores orientações, por meio de tutorial ou manual de explicações que favoreçam o entendimento do conteúdo tecnológico contemporâneo.

Ressaltamos que as opções referentes às aplicações em função de demandas de trabalho e futuras implementações também foram pontuadas de forma a demonstrar que existe uma inquietação por atualização, frente a demandas do mundo do trabalho.

Como ressaltado por Pereira e Simonetto (2018), muitas indústrias brasileiras ainda se encontram em fase de desenvolvimento equiparadas à Segunda e Terceira Revolução Industrial. É enfatizado pelos autores, que o segmento automotivo demonstra mais alinhamento às características da QRI.

Frente às várias bases tecnológicas e digitais consideradas impulsionadoras nesse momento tecnológico, solicitamos aos participantes que destacassem as consideradas prioritárias de acordo com o entendimento de cada um. Foi consentido aos participantes escolher mais de uma alternativa.

O Quadro 3 a seguir, ilustra as bases tecnológicas e digitais consideradas prioritárias na QRI e a quantidade de participantes que acompanham essas informações.

Quadro 3 - Bases tecnológicas e digitais consideradas prioritárias na QRI e a quantidade de participantes que acompanham essas informações

BASES TECNOLÓGICAS E DIGITAIS CONSIDERADAS PRIORITÁRIAS	QUANTIDADE
BIG DATA E ANÁLISE DE DADOS	10
ROBÓTICA	2
IOT - INTERNET DAS COISAS	10
CLOUD COMPUTING	4
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL	1
REALIDADE AUMENTADA	6
IA - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	11
SISTEMA AUTÔNOMOS	9
CIBERSEGURANÇA	9

Fonte: dados da pesquisa

As informações do Quadro 3 mostram que as bases tecnológicas consideradas prioritárias pelos participantes são *Big Data*, *IOT* e *IA*. Na sequência observa-se os sistemas autônomos, cibersegurança e realidade aumentada. Tais bases tecnológicas fazem parte de um conjunto de tecnologias que contribuem para o aumento de eficiência produtiva e melhoria na segurança das empresas, de modo a promover uma busca por atualização sobre essas inovações tecnológicas que favoreça a qualificação profissional para atender determinadas demandas. Em relação às bases tecnológicas consideradas menos prioritárias pelos participantes, destacamos os sistemas de integração, a robótica e *cloud computing*.

Budin e Lopes (2019) enfatizam a importância de estudos e pesquisas para os profissionais atuais, pois a Indústria 4.0 e seus desafios demandarão muito conhecimento, pois termos como *Big Data*, *Cloud Computing* e *IOT* serão frequentemente utilizados por se tratar de pilares do momento tecnológico. Segundo as autoras, relevante se faz que empresas busquem por meio de cursos, especialização e treinamentos para qualificação de seus funcionários.

Como observado por Ribeiro (2017), a criação de sistemas inteligentes, a partir da junção de tecnologias físicas e digitais, de forma a complementar todas as etapas de desenvolvimento de um produto, contribui na eficiência e aumento da produção.

No tocante aos impulsionadores, Schwab (2016) destaca que a maioria das tecnologias e inovações possuem a característica de servir-se da capacidade de propagação da tecnologia da informação e da digitalização.

Para compreender as implicações sociais da QRI, em relação ao trabalho e a economia, buscamos conhecer a opinião dos participantes sobre os efeitos decorrentes dessa na sociedade. Conforme o entendimento de cada participante, solicitamos que fossem elencados os efeitos Positivo (P), Negativo (N) e Imparcial (I) para as implicações provenientes da QRI.

O Quadro 4 a seguir, retrata as opiniões dos participantes frente aos efeitos decorrentes da QRI para situações diversas.

Quadro 4- Efeitos decorrentes da QRI na sociedade

OPÇÃO	EFEITOS DECORRENTES DA QRI	POSITIVO	NEGATIVO	IMPARCIAL
A	SUBSTITUIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO COMO TAREFAS REPETITIVAS POR ROBÔS / SOFTWARES	10	2	1
B	DESIGUALDADE SOCIAL	-	6	7
C	ECONOMIA BRASILEIRA	11	-	2
D	PRODUTIVIDADE	13	-	-
E	COMPETITIVIDADE COM OUTROS MERCADOS	13	-	-
F	ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO	4	1	8
G	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS	12	-	1
H	NOVAS PROFISSÕES	13	-	-
I	FORMAÇÃO PROFISSIONAL E ADERÊNCIA ÀS NOVAS TECNOLOGIAS	13	-	-
J	EQUIVALÊNCIA ECONÔMICA DE GÊNERO	8	-	5

Fonte: dados da pesquisa

As respostas dos participantes registradas no Quadro 4, apresentam uma percepção positiva referente às características da QRI como: substituição de postos de trabalho que demandam tarefas repetitivas por robôs / *softwares*, economia brasileira, produtividade, competitividade com outros mercados, habilidades e competências profissionais, novas profissões e formação profissional e aderência às novas tecnologias.

Nos tópicos “Produtividade, Competitividade com outros mercados”, “Novas profissões e Formação profissional” e “Aderência às novas tecnologias”, todos os participantes consideraram os efeitos positivos. Quanto aos “Efeitos de Envelhecimento da população”, do total de 13 participantes, oito participantes consideram o efeito imparcial, quatro consideraram positivo e um considerou negativo. Quanto à “Equivalência econômica de gênero”, oito dos 13

participantes consideraram positivo, enquanto cinco foram imparciais. Quanto ao tópico “Desigualdade social”, foi considerado negativo por seis participantes, sendo que sete participantes consideraram imparcial. Com relação ao tópico “Substituição de postos de trabalho”, dez dos 13 participantes consideraram positivo, dois participantes consideraram negativo e um participante selecionou a imparcialidade de efeito. Quanto à “Economia”, de um total de 13 participantes, 11 consideraram positivo e dois participantes compreendem como imparcial. Em relação às “Habilidades e competências”, 12 participantes consideraram o efeito positivo e um participante considera imparcial.

Observamos a partir das informações do Quadro 4, que para a maioria dos participantes os impactos decorrentes da QRI são considerados positivos. Esse resultado está em consonância com as afirmações de Schwab (2016) ao afirmar que o curso direcionado pela QRI será determinado por nossa capacidade de moldá-la. Os desafios são tão assustadores quanto as oportunidades, mas, juntos devemos trabalhar para transformar esses desafios em oportunidades e nos prepararmos de forma adequada.

Solicitamos aos participantes da pesquisa que escolhessem um tópico do Quadro 4, de forma a tornar possível um detalhamento da opinião. De um total de 13 participantes, 12 participantes contribuíram com respostas mais detalhadas. Os tópicos escolhidos pelos participantes para discussão são os representados pelas de letras “A”, “B”, “C”, “E”, “H” e “I”.

Três participantes contribuíram com a temática do tópico “A” que está relacionado à substituição de postos de trabalho por robôs. Os participantes relataram como pontos positivos a padronização de produtos com garantia de processos mais eficientes e aumento de produtividade, bem como aumento de qualidade de vida para os trabalhadores quando se trata da diminuição de trabalhos braçais e repetitivos que podem culminar em lesões por esforços repetitivos. Por outro lado, os participantes ressaltaram como ponto negativo a perda de postos de trabalho. Conforme Schwab (2016), muitos postos de trabalho, particularmente aqueles que envolvem trabalho mecânico repetitivo e manual de precisão, deverão ser automatizados. Outras categorias seguirão o mesmo caminho.

Segundo Tessarini Junior e Saltorato (2018), temas relacionados às diversas tecnologias referentes à Indústria 4.0, bem como a relação de produtividade e lucro são amplamente discutidos, mas enquanto isso o homem e o trabalho não possuem expressiva abordagem na discussão. Para os autores, como já aconteceu em revoluções precedentes, o trabalhador

conviverá com um movimento de grande inovação tecnológica que abalará o seu emprego e conseqüentemente a sua vida.

Dois participantes contribuíram com a temática do tópico “B”, que está relacionado à desigualdade social. Eles salientaram que a QRI tem reflexo sobre as políticas públicas que não preparam a população para acompanhar as oportunidades advindas do momento tecnológico, visto que poderão ser criados novos campos de trabalho que demandarão novas qualificações. Sendo assim, caso não existam oportunidades para a sociedade se qualificar, poderá ter um aumento na desigualdade social.

Sobre a questão da desigualdade social, podemos refletir também na importância de investimentos no Ensino Básico Técnico e Tecnológico (EBTT), uma vez que o aumento de cursos técnicos promovem a interação da tecnologia na sociedade e promovem formação e qualificação de profissionais em alinhamento com as demandas do mercado de trabalho.

Schwartzman e Castro (2013) destacam a importância de se voltar o olhar para uma melhor qualificação da sociedade, pois esse fato pode determinar uma economia mais robusta, já que existe uma relação direta entre pessoas com mais acesso à educação de qualidade, melhores oportunidades no mundo do trabalho e conseqüentemente melhores salários. Uma economia sustentável favorece o surgimento de empresas que poderão contribuir para a criação de oportunidades de trabalho, de modo a movimentar a economia.

A relação entre a capacitação exigida pelo mundo do trabalho e a educação recebida, também é ressaltada por Deitos e Lara (2016), onde o mundo do trabalho é o “campo” onde se vende a força do trabalho, de modo a criar uma influência sobre o que se ensina e os requisitos profissionais a serem demandados.

Um participante contribuiu com a temática do tópico “C”, que está relacionado à economia brasileira. No seu entendimento, o avanço nas aplicações de novas tecnologias pode fortalecer e impulsionar a economia.

O tópico “E”, que está relacionado à competitividade com outros mercados, teve a contribuição de um participante ao destacar que uma indústria com tecnologias de ponta e com a produção de bens com alto valor agregado pode tornar o país mais competitivo, até em mercados pouco explorados, de forma a potencializar a economia brasileira.

Dois participantes destacaram o tópico “H” que traz à temática novas profissões. Eles ressaltaram que o momento tecnológico demandará profissionais mais qualificados, bem como o surgimento de novas profissões.

O tópico “I”, que se refere à formação profissional e aderência às novas tecnologias, foi explorado por três participantes que destacaram a relevância dos cursos estarem alinhados às demandas do mundo do trabalho e à evolução dos processos e sistemas. Enfatizaram ainda a importância de uma formação multidisciplinar com conteúdos relacionados a várias tecnologias que irão integrar as “fábricas inteligentes”. Destacamos que um participante não detalhou a escolha do tópico selecionado.

Pereira e Simonetto (2018) trazem um dado interessante publicado pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) em 2016, quando a organização das indústrias do estado do Rio de Janeiro destaca como positivo o uso de tecnologias referentes à Indústria 4.0 como fator que pode tornar a indústria brasileira mais competitiva mundialmente. Baseados em dados da FIRJAN, os autores também trazem pontos que devem ser analisados, como políticas nacionais aderentes ao momento tecnológico, incentivos do governo, aposta em desenvolvimento tecnológico e profissionais com formação alinhada às demandas das indústrias.

Em concordância com os tópicos escolhidos para discussão, os participantes da pesquisa expuseram a forma como eles analisam o momento tecnológico no Brasil, dado que o avanço tecnológico, rupturas e os impactos causados não acontecem de maneira uniforme em todas as localidades.

A resposta do participante E1 sintetiza a opinião de oito participantes, em razão de perceberem um distanciamento dos processos industriais brasileiros frente aos pilares da QRI. Destacam que algumas empresas têm iniciado o investimento, mas de forma lenta, posto que seria necessária uma maior aplicação do capital para o alinhamento tecnológico.

A resposta do participante E5 traz uma associação entre o *status* de implantação da QRI e o ambiente acadêmico, onde já se percebe uma interação com o momento tecnológico.

Quatro participantes compreendem que o Brasil já participa da QRI e podem ser representados pela resposta do participante E3, que destaca que alguns *Chief Executive Officer* (CEO) vêm construindo uma nova proposta para a automação industrial de forma a atingir novos patamares

em relação à segurança, produtividade, confiabilidade e qualidade. Já se percebe em determinadas indústrias uma autonomia para agendamento de manutenções, adaptação a requisitos e mudanças não planejadas na produção, operação e monitoramento em tempo real, descentralização e modularidade, bem como a gestão inteligente de energia. A fala do participante E3 é complementada pelos outros três participantes que destacaram a introdução de máquinas mais produtivas e autônomas no Brasil, bem como o movimento de adaptação de empresas ao momento tecnológico, de forma a se tornarem mais competitivas em seus segmentos.

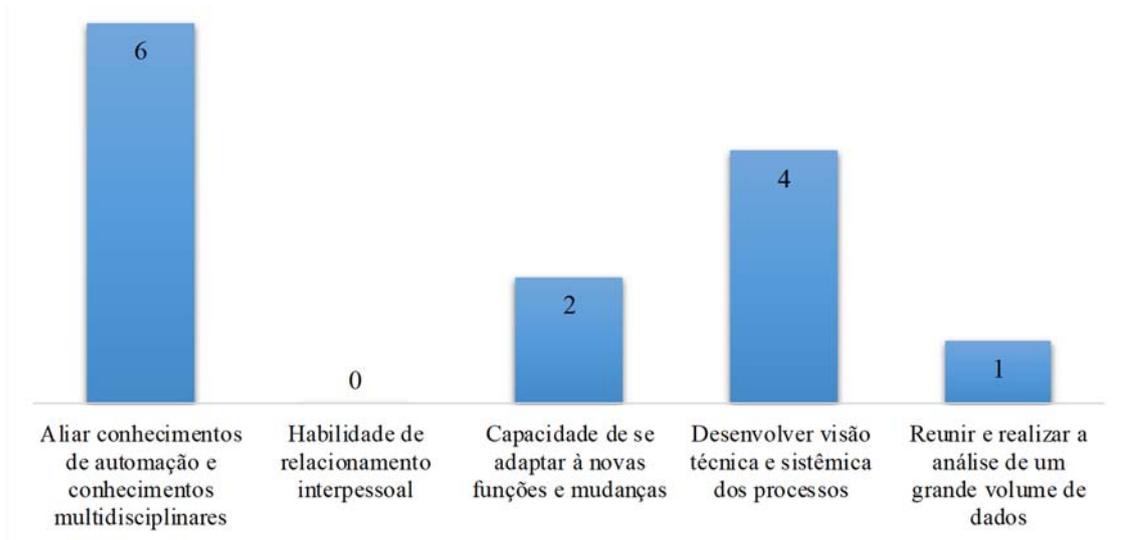
Podemos ressaltar copiosas opiniões, mas manifestam em si um positivismo ao tratar do potencial de absorção e implantação da tecnologia em território brasileiro, bem como uma postura de crer na possibilidade da implantação; mas que no momento ainda se mostra distante de estabelecer-se.

Habilidades e Saberes a serem considerados na formação do EA para atuar o Mundo da QRI

Na categoria habilidades e saberes a serem considerados na formação do Engenheiro de Automação frente à QRI, buscamos compreender a educação tecnológica e suas relações com o momento tecnológico e as expectativas dos participantes da pesquisa.

Solicitamos aos participantes que selecionassem dentre cinco opções de respostas “Qual habilidade pode ser considerada mais relevante para integrar a formação do EA para atuar no momento tecnológico da QRI”. O Gráfico 7 a seguir, mostra as habilidades consideradas mais relevantes na formação do Engenheiro que foram dadas como opções de respostas aos participantes.

Gráfico 7- Habilidades consideradas mais relevantes na formação do EA



Fonte: dados da pesquisa

Os dados do Gráfico 7 demonstram que ser capaz de aliar os conhecimentos de automação e conhecimentos multidisciplinares, bem como o desenvolvimento de uma visão técnica e sistêmica dos processos são as habilidades consideradas mais importantes na formação do EA pelos participantes. No universo de 13 participantes, observamos que a habilidade de relacionamento interpessoal não foi escolhida. Mesmo não correspondendo a primeira opção a ser selecionada pelos participantes, consideramos que a habilidade de relacionamento interpessoal deve ser construída em qualquer área de atuação profissional, e desse modo não representa uma irrelevância frente às opções selecionadas.

O Anexo A apresenta a Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Automação, retirada do *site* da instituição, com as respectivas disciplinas ministradas por semestres. Buscamos compreender se alguma disciplina ministrada traz considerações que podem se alinhar à opção “Habilidade de relacionamento interpessoal”, não escolhida pelos participantes. Frente a vários conteúdos abordados, pelos títulos relacionados, observamos que a disciplina que pode se aproximar do tema intitula-se “Sociologia, Engenharia, Tecnologia e Cultura”, com carga horária de 30 horas-aula no oitavo período. Pelas denominações das disciplinas relacionadas na Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Automação, não verificamos uma associação direta com a temática, mas destacamos que no nono período existem matérias optativas que totalizam 90 horas-aula. O *site* não fornece informações sobre quais seriam as disciplinas optativas, mas compreendemos que ter habilidade de relacionamento interpessoal é um tópico a ser abordado nos cursos de graduação.

Em função das habilidades selecionadas pelos participantes como mais relevantes na formação do EA, solicitamos que detalhassem a opção escolhida.

O participante E3 resume a explicação de quatro participantes, quando destaca que o EA deve ter conhecimentos aprofundados sobre Elétrica, Instrumentação, Automação e Computação, de modo a conseguir integrar todas as disciplinas para que seja alcançado o novo patamar que a indústria espera do profissional, em função da QRI.

O conhecimento de linguagens de programação em função de sensores variados que serão integrados aos processos é destacado por Porath, Travassos Júnior e Tilp (2019), uma vez que profissionais com habilidades para aplicar conhecimento teórico na solução de problemas práticos serão demandados para atuação na indústria do futuro.

Frente à opção “Capacidade de se adaptar às novas funções e mudanças”, os participantes E8 e E13 ressaltam a importância do ser humano estar sempre aberto a mudanças. Destacam que a capacidade de aprender e a persistência são atitudes que colaboram nesse processo.

A busca dos profissionais pelo aperfeiçoamento das competências de maneira a lidar com as novas tecnologias de forma a manter a empregabilidade é enfatizada por Tessarini Junior e Saltorato (2018). Segundo os autores, a força de trabalho sofrerá grande impacto e será necessário promover o potencial humano com alguns aspectos como habilidades relacionadas à liderança e gestão de pessoas, visto que a estrutura organizacional das empresas também será alterada.

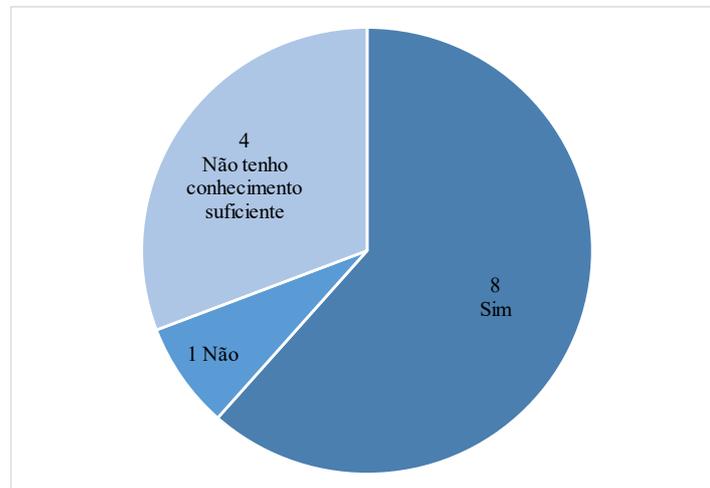
O participante E9 resume a fala de três participantes, na opção “Desenvolver visão técnica e sistêmica dos processos”. Ele enfatiza que os conhecimentos de Automação se tornam efetivos quando o EA tem a visão do processo na sua totalidade, pois desse modo consegue avaliar pontos específicos onde será necessário despender maior tempo para a otimização do processo.

A opção “Reunir e realizar a análise de um grande volume de dados” foi selecionada pelo participante E11 que salienta que não basta conseguir armazenar dados, mas se faz necessário saber trabalhá-los.

Referente ao curso de graduação de EA e em concordância com o entendimento dos participantes da pesquisa, indagamos se seria adequado a efetivação de um novo conjunto de saberes (conteúdo acadêmico ensinado). A análise das respostas dos participantes referente a

um novo repositório para o conjunto de saberes a ser ensinado no curso de graduação de EA pode ser observada abaixo, no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Novo repositório para o conjunto de saberes no curso de graduação de EA



Fonte: dados da pesquisa

Os dados do Gráfico 8 mostram que oito participantes concordam que devem ser incluídos novos saberes no curso de Engenharia de Automação, sendo que quatro participantes se posicionaram como não tendo conhecimento suficiente para avaliar. Um participante compreende não ser necessário inclusão de novos conteúdos. Solicitamos aos participantes que responderam “SIM” que sugerissem temas que poderiam ser abordados na formação do EA. Sintetizamos as respostas dos participantes:

- Análises de dados e as aplicabilidades da Inteligência Artificial, com abrangência de conhecimentos em redes neurais e algoritmos genéticos;
- Reforçar linguagens de programação como Linguagem em *Python*;
- Robótica;
- Aprofundar em instrumentação (novas técnicas e tecnologias), controle (produção, bateladas e sistemas autônomos), tecnologia da automação e tecnologia da informação.
- Conceitos relacionados à IA, *Learn Machine*, Big data, *Cloud*, *IOT* aplicada a automação e controle, TI industrial e redes industriais; e
- Aliar o conhecimento acadêmico com a rotina vivenciada pelo profissional EA, pois se observa um distanciamento entre teoria e prática na maioria dos cursos.

Ressaltamos que as primeiras abordagens sobre a Indústria 4.0 aconteceu em 2011 na Alemanha e o termo QRI foi difundido por Klaus Schwab em 2016 na reunião anual do Fórum Econômico Mundial que aconteceu em Davos-Klosters na Suíça. Destacamos que o conteúdo acadêmico

avaliado pelos participantes tem base em cursos ministrados pela instituição no período de 2011 a 2017. Os temas apresentados pelos participantes refletem uma variedade de conteúdos acadêmicos que podem ser debatidos ou aprofundados no curso de formação do EA, que vai ao encontro do momento tecnológico atual.

Mesmo se considerarmos que o conjunto de conteúdos acadêmicos alinhados à QRI possa não ter sido amplamente debatido durante a graduação, os participantes esclareceram que foram preparados e motivados a buscar uma formação continuada de maneira a estarem preparados para as mudanças e desafios advindos do mundo do trabalho.

A ocorrência de alterações na realidade educacional em função do avanço tecnológico é enfatizada por Svetlana (2009, apud CARVALHO e DUARTE FILHO, 2018), dado que as práticas educacionais frente a crescente quantidade e acesso à informação motivaram alterações no comportamento de estudantes, professores e tutores em relação aos processos de ensino e de aprendizagem.

Em relação às habilidades e saberes necessários ao EA no momento tecnológico da QRI, visto que poderá demandar um novo olhar para a Engenharia de forma a modificar o perfil do curso, solicitamos aos participantes a sua opinião. Foram três as opções de resposta que originaram o seguinte resultado:

- Concordo: 11 participantes;
- Discordo: zero; e
- Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta: dois participantes.

O resultado das respostas mostra que de um total de 13 participantes, 11 compreendem que o curso de Engenharia de Automação Industrial poderá ter alguma alteração no seu perfil, com o objetivo de alinhamento ao momento tecnológico denominado QRI.

De forma a elucidar o entendimento de como os participantes do curso de graduação de EA se atualizavam frente às diversas situações no mundo do trabalho, foi perguntado se os mesmos aprenderam a buscar informações para a construção do conhecimento de modo a resolver problemas na sua prática profissional, ou seja, foram preparados / motivados a buscar uma formação continuada. Como resposta proporcionamos duas opções que originaram o seguinte resultado:

- Sim: 11 participantes; e
- Não: dois participantes.

A Resolução nº 2 homologada em 24 de abril de 2019, que dita as novas diretrizes curriculares nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia quando elenca no capítulo II, sobre o perfil e competências esperadas do egresso que o mesmo busque aprender de forma autônoma, de forma a se atualizar aos avanços da ciência, tecnologia e desafios advindos das inovações, como também assumir uma atitude que vise a aprendizagem continuada e o aprender a aprender.

Conforme determinado pelo Resolução nº 2, Dalben (2004, apud LAUDARES, PAIXÃO e VIGGIANO, 2009) e Ramos (2001), na mesma linha de pensamento complementam a importância da formação continuada. O processo de aprendizagem do conhecimento não se finda com a formação, uma vez que a escola pode contribuir para a motivação da busca por aprender ao longo da vida.

Ambientes de Aprendizagem que contribuem para a formação e requalificação do EA

Na busca por compreender melhor as respostas dos participantes ao tópico habilidades e saberes necessários na formação do EA no contexto tecnológico da QRI, incluímos questionamentos acerca da identificação dos ambientes de aprendizagem que contribuem para a formação e requalificação do EA. Aos participantes foi solicitado um conceito de Ambientes de Aprendizagem.

Os participantes E1, E8 e E10 compreendem ser espaços de aprendizagem físicos ou virtuais onde se aprendam conteúdos relacionados à área profissional. A contribuição do participante E3 aborda o entendimento dos demais nove participantes, quando conceitua ambientes de aprendizagem como lugares que propiciem desenvolvimento, estímulo, troca de experiências, resolução de problemas e criatividade para se alcançar a aprendizagem.

Dessa forma, ao analisarmos as respostas dos egressos podemos observar que não existe a especificação de um local único, mas que já carregam em seu conceito um olhar abrangente para espaços onde acontecem troca de conhecimentos e experiências. Nessa linha de pensamento, Ades e Barbosa (2018) ressaltam que a aprendizagem se encontra em todos os campos onde o ser humano está inserido.

Figueiredo (2016) descreve o conceito de “contexto de aprendizagem” como algo não tão claro, mas considera ser um conjunto consistente de determinados fatos, circunstâncias e pessoas que empreendem um momento de aprendizagem que carrega em si um agrupamento harmonioso de fatos, circunstâncias e indivíduos que participam e atuam no processo de aprendizagem, ou seja, o que acontece, para e por que acontece, onde acontece, como acontece, quando acontece e a quem acontece.

A partir do entendimento dos participantes, foi solicitado que nos respondessem quais ambientes de aprendizagem se apresentam mais significativos no processo de atualização profissional frente às demandas do mundo do trabalho, no sentido de investigar um pouco mais sobre os ambientes de aprendizagem e respectivas vivências.

A contribuição dos participantes nos relata os ambientes de aprendizagem a serem considerados:

- Ambientes Virtuais de Aprendizagem;
- Ambientes que simulam não só o conceito técnico do curso, mas a gestão de pessoas;
- Laboratórios universitários modernos;
- Ambientes de trabalho;
- Internet e Cursos *on-line*;
- Cursos presenciais;
- Feiras, palestras e congressos; e
- Sala de aula com teoria aliada à prática.

As respostas demonstram uma diversidade de ambientes de aprendizagem que favorecem a busca pela educação continuada e concomitantemente novos conhecimentos como ambientes virtuais de aprendizagem, feiras, ambiente industrial, congressos, contato com fornecedores de tecnologias e laboratórios modernos.

Diante da diversidade de ambientes de aprendizagem apresentados pelos participantes da pesquisa e em função da Engenharia de Automação ser considerada uma área de atuação com transformações constantes, por estar diretamente relacionada às inovações tecnológicas, perguntamos aos participantes se entendem que novos ambientes de aprendizagem podem surgir de forma a possibilitar atualizações regulares. Nesse quesito, todos os participantes concordaram com a possibilidade de surgimento de novos ambientes de aprendizagem.

Ao tratarmos de ambientes de aprendizagem, destacamos não somente os espaços, mas também reflexões sobre as relações entre pessoas. Desta maneira, solicitamos que os participantes escolhessem entre cinco opções de respostas o que poderia ser mais enfatizado nos ambientes de aprendizagem na formação do Engenheiro de Automação Industrial. As opções de respostas foram:

- (a) Relação educador-educando na formação de um sujeito integral;
- (b) Parâmetros operacionais visando a habilitação pela prática;
- (c) Parâmetros operacionais visando a habilitação por conceitos técnicos e específicos;
- (d) Parâmetros operacionais visando uma habilitação que contemple teoria e prática, mas que ainda não reflete uma formação do sujeito integral; e
- (e) Parâmetros que contemplem além da formação acadêmica, sujeitos sociais críticos e agentes na própria formação.

Como resultado, de um total de 13 participantes, nove participantes escolheram a opção (e), dois participantes selecionaram a opção (a), um participante escolheu a opção (c) e um participante escolheu a opção (d). Percebemos que uma sólida base acadêmica aliada a conteúdos que favoreçam a formação do sujeito na sua integralidade foi considerado relevante para um maior grupo de participantes.

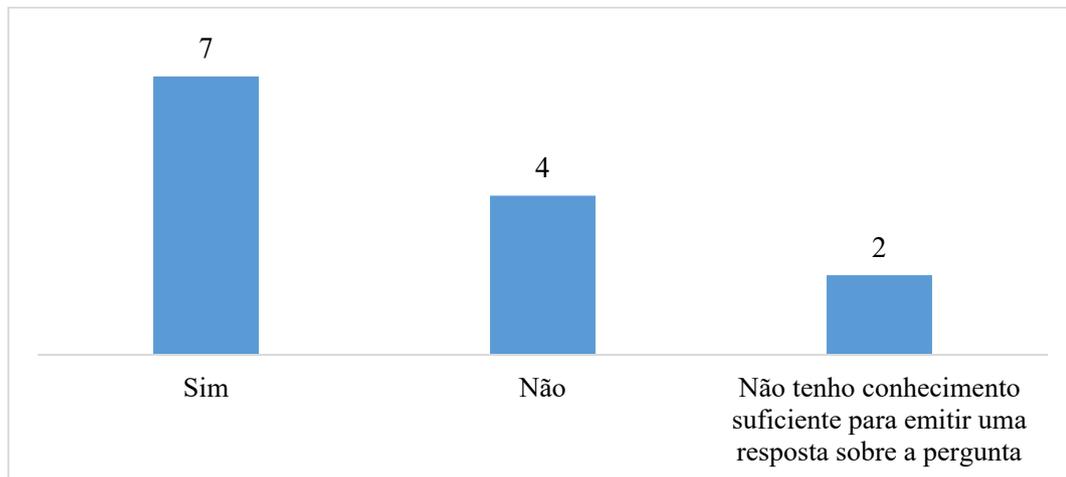
Segundo Schön (2003), a distribuição do curso em semestres, nos quais são cursadas disciplinas com conteúdo diversos, não favorece uma imersão em temas que demandam um tempo maior que o pré-determinado. O autor complementa que além do conhecimento das matérias específicas do curso, um ensino prático e reflexivo pode demandar uma carga horária maior, para que possa ser alcançada a reflexão que resulte na ação.

Ambientes de Aprendizagem e suas contribuições para a formação de um profissional reflexivo e crítico

Questionamos os participantes, se consideram os ambientes de aprendizagem específicos a área da Engenharia de Automação diretamente envolvidos na formação de um sujeito integral, de maneira a construir uma postura reflexiva e crítica diante da sua função e trabalho, bem como o desenvolvimento da autonomia sem estimulação da competitividade e individualismo. O

Gráfico 9 a seguir, expõe o entendimento dos participantes sobre a consideração dos ambientes de aprendizagem específicos na formação de um sujeito integral.

Gráfico 9- Ambientes de aprendizagem e suas contribuições na formação do sujeito integral



Fonte: dados da pesquisa

Observamos que em um total de 13 participantes, sete percebem a tratativa de formação de um sujeito integral sendo abordada em algum tipo de conteúdo referente à questão. Quatro participantes compreendem não ser satisfatória a abordagem ao tema e dois participantes informaram não possuírem conhecimento suficiente para se posicionarem com uma opinião no sentido de afirmarem ou negarem tal questionamento.

Canan e Sudbrack (2018), destacam que os países latino-americanos possuem dificuldades e desigualdades sociais e econômicas que podem comprometer a construção de ambientes de aprendizagem nos quais se possam discutir de forma crítica e incentivar as pesquisas. Nesse sentido, os autores ressaltam que uma melhor qualificação da educação superior favorece a formação do sujeito integral e não apenas direciona o futuro profissional para atendimento às exigências do mercado de trabalho.

Frente ao momento tecnológico e a tantos termos específicos utilizados, solicitamos aos participantes da pesquisa que nos respondessem acerca da definição dos termos tecnologia e artefato tecnológico e o entendimento do significado ser o mesmo ou não.

No grupo de 13 participantes, nove participantes partilham a opinião de que os termos tecnologia e artefato tecnológico não possuem o mesmo significado, enquanto dois

participantes compreendem ter o mesmo significado. Dois participantes do grupo responderam não ter conhecimento suficiente para emitir uma opinião acerca do questionamento.

No intuito de criar um cenário para discussões, mencionamos o “Projeto Manhattan”³, de forma a contextualizar uma situação onde será discutida a percepção dos participantes sobre o processo de elaboração e desenvolvimento dos artefatos tecnológicos, uma vez que podem ocorrer episódios antagônicos a partir do *design* do artefato e entre membros de uma equipe. Foram oferecidas cinco opções de respostas. O Quadro 5 a seguir, traz a compilação sobre a percepção dos participantes sobre o processo de elaboração e desenvolvimento dos artefatos tecnológicos.

Quadro 5- Percepção sobre o processo de elaboração e desenvolvimento dos artefatos tecnológicos

QUAL É A SUA PERCEPÇÃO SOBRE O PROCESSO DE ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS ARTEFATOS TECNOLÓGICOS?	
A finalidade dos artefatos tecnológicos pode não estar perceptível na fase de elaboração do projeto.	3
A finalidade dos artefatos tecnológicos não é discutida pela equipe de execução do projeto.	1
A equipe de execução do projeto é envolvida em todos os processos de elaboração e discussão do propósito de construção dos artefatos tecnológicos.	3
O momento de interconexão e tecnologias da informação mais acessíveis podem impedir a produção de artefatos que possam gerar impactos destrutivos para a sociedade.	4
A forma de coexistência da tecnologia e sociedade favorece um olhar crítico e reflexivo frente ao desenvolvimento dos artefatos tecnológicos.	2

Fonte: dados da pesquisa

O Quadro 5 mostra um resultado distribuído entre as opções oferecidas como respostas aos participantes, de forma a revelar uma diversidade de opiniões, não convergindo em um resultado objetivo.

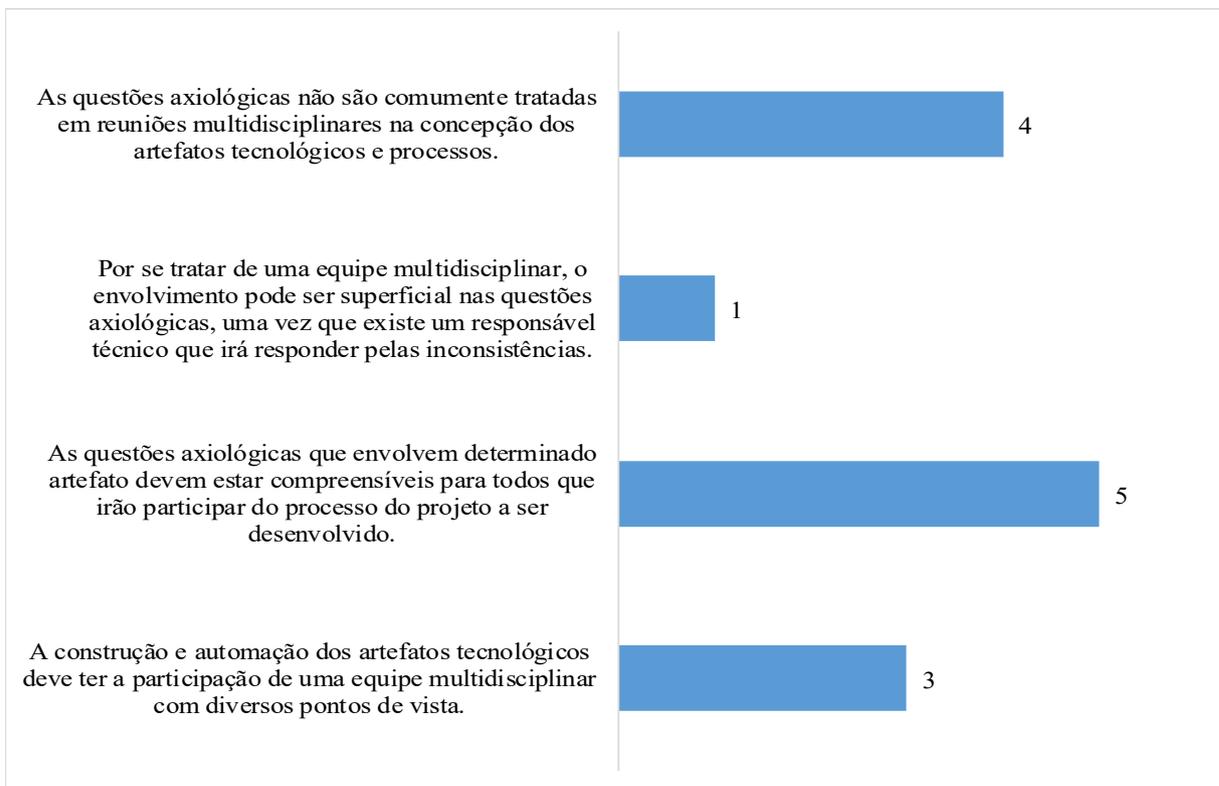
A utilização do “Projeto Manhattan” como contexto, teve por objetivo impactar os participantes, pois os efeitos destrutivos causados pelas bombas atômicas suscitaram discussões sobre os artefatos tecnológicos e a não neutralidade da tecnologia. Frente aos avanços tecnológicos provenientes da QRI e os impactos positivos e negativos sobre a sociedade e meio

³ Programa de pesquisa que desenvolveu e construiu as primeiras bombas atômicas

ambiente, destacamos a reunião do Fórum Econômico Mundial que aconteceu em Davos-Klosters, no ano de 2016, com o tema “Para dominar a Quarta Revolução Industrial”.

Ao trazer para a discussão a não neutralidade da tecnologia, solicitamos a opinião dos participantes a respeito de como se desenvolve a construção de fatores axiológicos, ou seja, valores morais, na concepção e automação dos artefatos tecnológicos tendo em vista a não neutralidade da tecnologia. A seguir apresentamos o Gráfico 10 que retrata as opiniões dos participantes da pesquisa em relação às questões axiológicas e concepção dos artefatos.

Gráfico 10- Relações entre questões axiológicas e concepção dos artefatos



Fonte: dados da pesquisa

A análise dos dados, a partir do Gráfico 10, mostra que duas opções são marcantes em relação ao envolvimento de equipes multidisciplinares e apresentam quase a totalidade das escolhas dos participantes. Bunge (1995, apud CUPANI, 2016) salienta a importância do envolvimento multidisciplinar desde a concepção do *design* até o entendimento da finalidade do artefato. Nessa mesma linha de pensamento, Zarifian (2012) destaca o trabalho em equipe, de modo a favorecer uma análise coletiva na avaliação e discussão de soluções para problemas, de modo a favorecer a corresponsabilidade e o compartilhamento de opiniões.

Ao indagarmos os participantes sobre a relevância na formação do EA do desenvolvimento da racionalidade na análise de riscos dos projetos tecnológicos e sua contribuição para o entendimento da finalidade dos artefatos tecnológicos, verificamos que todos os participantes concordam com o aprofundamento de discussões a respeito da análise de riscos em projetos tecnológicos. A resposta revela uma prudência dos participantes no que se refere a definições que vão além do *design* tecnológico do artefato.

Desafios do Engenheiro de Automação diante das múltiplas exigências provenientes da QRI

Abordamos os participantes com a temática “Desafios do Engenheiro de Automação diante das múltiplas exigências provenientes da QRI” e solicitamos que nos expusessem o que consideram ser o maior desafio profissional como EA no contexto da QRI.

Dentre os 13 participantes, oito mostraram que estar atualizados para acompanhar as tendências tecnológicas pode ser considerado o maior desafio. Percebemos na resposta do participante E5, que atua na área acadêmica como formador de futuros engenheiros, a preocupação em assumir uma atitude responsável e o compartilhamento dessa inquietação.

Em conformidade com a resposta do participante E5, destacamos a Resolução CNE/CES N°2, de 24 de Abril de 2019 que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais ao Curso de Graduação em Engenharia no seu capítulo V, intitulado “DO CORPO DOCENTE”, que enfatiza a importância de adoção de estratégias de ensino que favoreçam o desenvolvimento de competências desejadas nos egressos e desenvolvimento do corpo docente no que é relativo ao aprimoramento frente à proposta formativa.

Santos et al. (2018) destaca que um dos grandes desafios relacionados ao momento tecnológico intitulado Indústria 4.0 se refere aos profissionais. Será necessário a integração com culturas e competências diversificadas e as empresas terão importante papel no que se refere a investimento em programas de formação continuada. Para o autor essa ação será necessária para a capacitação dos operadores, para que estejam aptos a manipular novas ferramentas e tecnologias, de forma que consigam adquirir conhecimentos e permaneçam efetivos.

Dois participantes destacaram o desafio de aumentar os conhecimentos específicos como a área da inteligência artificial e outros pilares referentes à QRI, gestão de pessoas e formação de opinião crítica. A partir da fala do participante E2, no que tange identificar o interesse pela gestão de pessoas e a formação de um ponto de vista crítico, fazemos uma ligação com o Quadro

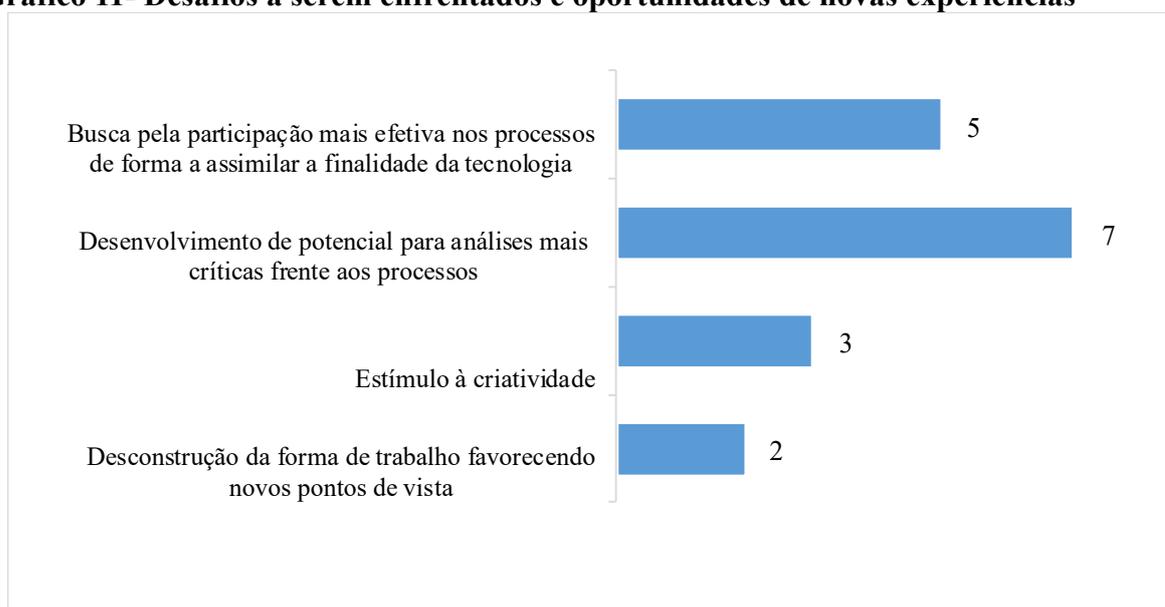
7, onde questionamos sobre a “Habilidade mais Relevante na Formação do EA” e a opção “Habilidade de Relacionamento Interpessoal” não foi escolhida por nenhum participante da pesquisa. A partir da resposta do participante E2 podemos perceber a relevância da abordagem do tema.

O poder de convencimento de clientes e gestores em investimentos em sistemas automatizados e de acordo com os dispositivos legais, foi destacado por dois participantes. Um participante optou por não responder ao questionamento.

O *feedback* dos participantes expressa uma pluralidade de desafios a serem transpostos pelos engenheiros na área da Automação Industrial. Podemos verificar uma inquietação na busca por conteúdos relacionados a Inteligência Artificial e atualizações constantes de forma a acompanhar a evolução tecnológica. Além disso, observamos nas respostas dos participantes a vontade de uma maior integração dos gestores e clientes com a tecnologia a ser adotada, bem como custo de implantação e conformidade com a legislação, postura altamente significativa ao se tratar de tecnologia, finalidade e sociedade.

Frente aos desafios a serem enfrentados pelos participantes no momento tecnológico denominado QRI, buscamos compreender como procedem e criam novas oportunidades. Entre quatro opções, os participantes assinalaram as que mais se aproximavam da sua opinião. Foi consentido escolher mais de uma alternativa. O Gráfico 11 a seguir, apresenta as alternativas e respectivas escolhas dos participantes.

Gráfico 11- Desafios a serem enfrentados e oportunidades de novas experiências



Fonte: dados da pesquisa

A partir do Gráfico 11, verificamos que as opções relacionadas à análise crítica dos processos e maior envolvimento na compreensão da finalidade da tecnologia no desenvolvimento dos artefatos, são vistos como instigações que carregam consigo oportunidades de crescimento no que se refere a novas experiências.

No que se refere à evolução tecnológica, solicitamos aos participantes que nos esclarecessem a forma como eles percebem a relação entre o progresso tecnológico e o progresso moral.

De forma a sintetizar as respostas dos participantes, destacamos a contribuição do participante E8. O participante ressalta que o progresso técnico-científico oferece à sociedade uma ampla evolução social, cultural e econômica, mas a utilização de forma inapropriada dos avanços e descobertas da ciência e da tecnologia pode gerar uma desumanização, comprometendo a liberdade e os direitos dos indivíduos. O participante E1 complementa a resposta do participante E8, quando enfatiza a relevância da abordagem de discussões sobre a moral frente ao progresso tecnológico durante o curso de graduação em Engenharia de Automação. Nesse caso complementamos, que além de conteúdos sobre a moralidade, é relevante que sejam inseridos conteúdos onde se discuta a ética, posto que é imprescindível na base de formação de qualquer profissional, e nesse caso o EA.

Nesse âmbito, verificamos a partir das respostas dos participantes uma atenção ao se referirem ao contexto do progresso moral frente ao avanço tecnológico. Percebemos que alguns relatam a possibilidade de efeitos negativos, como já aconteceu em outros momentos da história como também o uso inapropriado dos artefatos. A relevância do envolvimento de uma equipe multidisciplinar de forma a favorecer uma análise crítica com a finalidade de antever os impactos na comunidade / sociedade também foi abordada. Um participante se posicionou de forma a não ver relação entre progresso tecnológico e progresso moral.

De modo a compreender a atitude dos participantes frente às situações desafiadoras, pedimos que nos respondessem como a instituição formadora pode contribuir ou contribui para que o EA procure novas soluções diante dos obstáculos encontrados no caminhar profissional. Destacamos as respostas de dois participantes por sintetizarem as opiniões apresentadas por um grupo de 12 participantes, tendo em vista que um participante não expôs o seu ponto de vista.

O participante E4 enfatizou a importância da instituição preparar o EA não apenas com as teorias básicas, mas procurar um alinhamento com profissionais que atuam em desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisas. O participante E6 complementou quando expôs discussões sobre a importância do incentivo ao hábito de pesquisar e pensamento crítico,

visto que poderá ser necessário um aprofundamento multidisciplinar no entendimento de situações que envolvam a tecnologia para que se consiga propor uma melhor solução.

A partir das respostas dos participantes, verificamos que a instituição formadora e o corpo docente procuram instigar no estudante de Engenharia de Automação o desenvolvimento da aspiração pela busca de novas soluções, seja pelo estímulo ao raciocínio, análises críticas e incentivo ao hábito da pesquisa. Alguns participantes evidenciaram que estar preparado para buscar novas soluções não deve ser uma responsabilidade apenas da instituição, mas faz parte do processo de cultivar o interesse individual como uma postura profissional.

Diante da busca do alinhamento entre o desejado pelo mundo do trabalho e a formação obtida na instituição de ensino, ao tratar as competências requeridas do engenheiro, Carvalho e Tonini (2017) destacam que a atuação deve ser regida por uma junção de conhecimentos técnicos aliados a saberes não técnicos, de modo a favorecer alcançar as demandas da sociedade e do mercado de trabalho. Os autores trazem o questionamento se a alteração proposta para o perfil do egresso de Engenharia estabelece uma compatibilidade com o necessário à sua prática, tópico a ser avaliado pelas Instituições de Ensino Superior (IES).

Solicitamos aos participantes que relatassem como as competências são desenvolvidas, uma vez que inseridos no mundo do trabalho e atuando em variadas funções precisam lidar com situações que trazem desafios e podem contribuir para o crescimento profissional. Apresentamos as contribuições dos participantes.

- Competências gerais recebidas na instituição e a partir do mundo do trabalho desenvolve-se as competências específicas;
- Exposição às práticas e vivências no ambiente de trabalho;
- Treinamentos e atuação profissional;
- Atualização constante;
- Motivação e entusiasmo em aprender; e
- Desenvolvimento por meio de troca de informações.

As respostas dos participantes demonstram em seus relatos a relação entre a formação recebida na instituição e o mundo do trabalho, motivação, entusiasmo em aprender, busca por novos treinamentos e a troca de experiências. As respostas apresentam uma percepção da competência na troca de experiências e vivências, de maneira a favorecer os processos de ensino e de aprendizagem.

Bransford et.al (2000) contribuem com o tema competência ao se referir ao que nomeia de competência adaptativa, o que consideram ser um modelo especial de sucesso na aprendizagem. Os autores enfatizam que especialistas adaptáveis procuram ser flexíveis quando expostos a novas situações, e uma das características é buscar um aprendizado continuado. Além disso são metacognitivos, ou seja, monitoram o aprendizado e procuram ir além, de forma a questionarem a própria competência. Para os competentes adaptativos o fazer sempre melhor sobrepõe ao fazer de forma eficiente.

De modo a compreender as habilidades e competências requisitadas pelo mundo do trabalho aos profissionais, solicitamos aos colaboradores com essa pesquisa, que nos respondessem se os mesmos se sentem impactados pelas transformações decorrentes da QRI. Dos 13 participantes, dez responderam que se sentem impactados e três responderam não se sentirem impactados pelas transformações advindas do momento tecnológico contemporâneo.

Podemos inferir que como os participantes atuam em segmentos diversos no mundo do trabalho, as percepções podem ser diferentes em função da atividade exercida e da tecnologia envolvida nela.

De forma a compreendermos os motivos de se sentirem impactados pelas transformações decorrentes da QRI, solicitamos aos participantes que contribuíssem com justificativas referentes aos pontos que os preocupam. Podemos citar a perda de postos de trabalho em função da automatização dos processos industriais, como também a busca por aprimoramento constante, pois a crescente introdução de equipamentos e tecnologias novas em processos industriais, podem requerer um profissional mais qualificado. Destacamos também a inquietação dos profissionais que atuam como docentes no sentido de buscar uma atualização constante para favorecer a formação dos futuros profissionais com conhecimentos alinhados à demanda do mundo do trabalho.

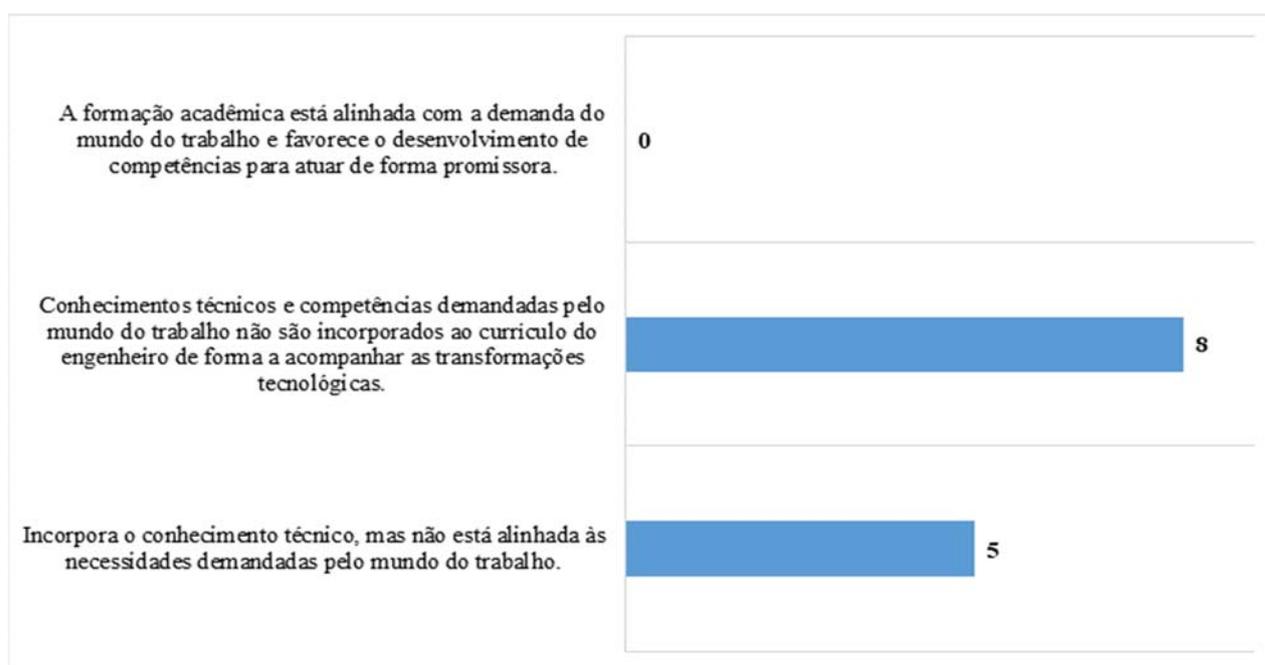
As respostas carregam consigo a inquietude no sentido de aprimoramento constante, responsabilidade docente com os futuros engenheiros e a preocupação com a sociedade no quesito empregabilidade, uma vez que máquinas ocupam lugares de trabalhadores e o mundo corporativo tenta se adaptar às transformações.

Como a busca por atualização constante está sempre presente nas discussões e respostas, indagamos aos participantes se entendem ser necessário a atualização de conhecimentos frente ao momento profissional. Como resultado, dos 13 participantes, dez participantes afirmaram sentir necessidade de atualização e três participantes responderam se sentir preparados.

Formação profissional e concordância com as demandas da Sociedade Tecnológica

No contexto referente à formação profissional e a concordância com as demandas da sociedade tecnológica no contexto da QRI, solicitamos aos participantes da pesquisa que avaliassem a formação profissional ofertada pela instituição ao EA e o momento tecnológico da QRI. Foram apresentadas aos participantes três opções. O Gráfico 12 a seguir, mostra o resultado das opiniões dos participantes da pesquisa em relação à formação profissional e alinhamento com a QRI.

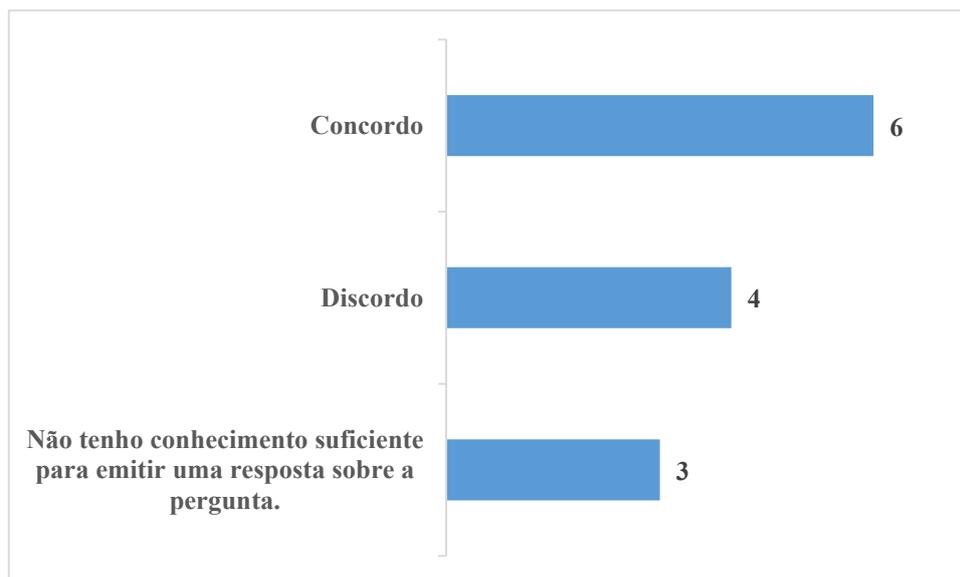
Gráfico 12- Formação profissional e alinhamento com a QRI



Fonte: dados da pesquisa

Os dados apresentados no Gráfico 12 mostram que, na opinião de todos os participantes observa-se uma defasagem entre o perfil do curso de graduação de Engenharia de Automação e as demandas solicitadas aos profissionais frente à QRI. Podemos observar, que a opção “A formação acadêmica está alinhada com a demanda do mundo do trabalho e favorece o desenvolvimento de competências para atuar de forma promissora”, no âmbito tecnológico atual não obteve nenhum assentimento.

Questionamos os participantes sobre a incorporação de requisitos de capacitação profissional na formação do EA de forma a favorecer o desenvolvimento de competências, busca por aprimoramento e educação continuada. O Gráfico 13 a seguir, resume o entendimento dos participantes frente à incorporação de requisitos profissionais.

Gráfico 13- Incorporação de requisitos profissionais

Fonte: dados da pesquisa

A partir das informações do Gráfico 13, observamos que seis participantes percebem que a incorporação de requisitos profissionais podem favorecer o desenvolvimento de competências no processo de formação em Engenharia de Automação. Quatro participantes discordam sobre a relevância do tema e três participantes se posicionaram de modo a não emitir uma opinião, em razão de compreenderem não dispor de conhecimento suficiente para tal questão discutida.

Solicitamos aos participantes um *feedback* sobre a formação recebida na instituição CEFET-MG – Uned Araxá, no que tange a capacitação e habilitação pertinentes a área de atuação. Entre os 13 participantes, nove participantes responderam de forma a atestar que os conhecimentos recebidos no curso de graduação concorreram para a capacitação e habilitação na área de atuação, enquanto quatro participantes discordam sobre o alinhamento da formação recebida com o campo de atuação em que estão inseridos. Destacamos que entre os participantes que discordaram, dois atuam na área de Mineração, um atua na área de Automação e um atua na área acadêmica.

Aos participantes foi solicitado que nos expusessem o que pode ser considerado relevante na formação do EA para se manter atualizado frente às demandas tecnológicas. Destacamos a resposta do participante E3 que fez referência a vários fatores a serem considerados que vão além de conteúdos acadêmicos. O participante E3 destacou a importância de uma sólida base acadêmica, aliada a professores atualizados, experimentação continuada, ambientes de aprendizagem, visitas técnicas, congressos e uma integração de empresas com universidade, bem como uma interação com egressos por meio de palestras em que expressem suas vivências,

de modo a preencher possíveis lacunas que existem entre o demandado pelo mundo do trabalho e o processo de formação do engenheiro.

Em complementação à fala do participante E3, alguns participantes apresentaram como tópicos relevantes a busca incessante por conhecimento e informação, prática da pesquisa e desenvolvimento de postura crítica e reflexiva. A participação em congressos e feiras relacionados à área de atuação também aparece como item a ser explorado.

Significativo se faz ressaltar as respostas dos participantes E1 e E11 que destacaram os conteúdos acadêmicos “programação e lógica” e “linguagem de programação” como tópicos que poderiam ter sido mais abordados no curso de graduação.

Podemos observar nas respostas dos egressos concepções que complementam o que pode ser considerado relevante na formação do EA, mas nos chamou atenção a fala do participante E3 que evidencia de maneira mais ampla o que é primordial, pois faz referência ao saber docente, educação continuada, ambientes de aprendizagem, integração entre empresas e universidade, bem como a incorporação da experiência dos egressos de forma a contribuir com o incremento do curso de graduação. Da mesma forma, o estímulo à busca por conhecimento e o desenvolvimento de senso crítico aparecem como temáticas fundamentais na formação do EA.

Indagamos aos participantes se compreendem que as instituições formadoras precisam transpor desafios no propósito de garantir uma capacitação em conformidade com o momento tecnológico e as novas exigências do mundo do trabalho. Todos os participantes responderam “SIM”, uma vez que compreendem ser necessário o alinhamento. Solicitamos que detalhassem o seu ponto de vista. Dos 13 participantes, 11 expuseram a sua opinião.

De forma a sintetizar a resposta dos participantes, podemos observar abordagens que trazem tópicos como atualização de projetos pedagógicos e planos de ensino, capacitação atualizada do corpo docente, interação entre instituição de ensino e empresas e maior investimento por parte do governo para que se promova o acompanhamento de novas tecnologias, de modo a tornar factível o alinhamento com as demandas do mundo do trabalho e momento tecnológico.

Além dos conteúdos acadêmicos, os métodos utilizados para ensino dos mesmos podem assumir configurações diversificadas. Nesse sentido destacamos a aprendizagem baseada no trabalho de projeto, metodologia que se origina nas concepções de Dewey, que traz como princípio o “aprender mediante o fazer”, pois considera a habilidade de pensar dos estudantes, enfatizada por Magalhães (2019). Segundo o autor, a *Project-Based Learning* (PBL), como é

designada a metodologia, permite que fundamentos científicos e tecnológicos necessários na formação do engenheiro sejam adquiridos, além do envolvimento com temáticas sociais e ambientais, resolução de problemas e interação em equipe. De modo a promover a aquisição de conhecimentos de forma continuada, crescente, crítica, reflexiva, as atividades não possuem parâmetros pré-estabelecidos, mas são determinados a partir do desenrolar do projeto.

Uma reflexão sobre o rumo da universidade é levantada por Canan e Sudbrack (2018), uma vez que destaca que existem diversas interferências externas em relação ao que deve ser feito, a quem deve servir e como a ciência deve ser realizada. Os autores chamam a atenção para divisões que podem existir no que se refere a uma perda de liberdade ao buscar a ciência que esteja em concordância com o bem da sociedade.

Segundo a nova Resolução CNE/CES nº2, de 24 de abril de 2019 que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia, será demandado das instituições uma reformulação ou atualização da matriz curricular, para que possa ser oferecido ao estudante de Engenharia a garantia dos requisitos citados na nova lei, bem como aptidões desejadas pelo mundo do trabalho e sociedade. A alteração da resolução vai ao encontro do alinhamento do profissional da área de Engenharia com habilidades e capacidades específicas para atuar no momento tecnológico atual.

Frente à necessidade de alinhamento entre instituição formadora face aos conteúdos acadêmicos e a demanda do mundo do trabalho, foi perguntado aos participantes se o mesmo foi motivado a buscar informações para a construção do conhecimento de forma a resolver problemas na prática profissional, ou seja, se a busca por uma educação continuada foi determinante durante a graduação. O resultado foi favorável, posto que entre 13 participantes, 12 responderam “SIM” e apenas um participante respondeu “NÃO”.

O mapeamento das respostas contribuiu na compreensão do contexto tecnológico que solicita um profissional atualizado e com múltiplas habilidades. Observamos pelas respostas dos participantes que a formação obtida na instituição permite que o EA atue no mundo do trabalho de modo satisfatório, mas que alguns aspectos podem ser discutidos e aperfeiçoados. A homologação da nova lei assume um caráter de contribuição que vai ao encontro das inquietações discutidas nesse trabalho.

Capítulo 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo responder a seguinte questão: Como têm sido estruturados os ambientes de aprendizagem, na educação tecnológica, no sentido de formar Engenheiros de Automação que possam atuar na atual sociedade tecnológica no âmbito da Quarta Revolução Industrial?

Compreendemos, a partir da percepção do grupo de participantes que o processo de ensino para formação do Engenheiro de Automação Industrial deve basear-se em: conjunto de conteúdos acadêmicos alinhados ao momento tecnológico, motivação para a educação continuada, além de discussões acerca da integralidade do sujeito humano colaborador e um profissional inserido em uma sociedade, onde a consciência reflexiva e crítica seja uma realidade.

Reforçamos a relevância do vínculo dos egressos com a instituição formadora, pois foi a partir dessa conexão que conseguimos realizar esse trabalho, com temáticas e experiências diversas, que no futuro poderá contribuir para uma simbiose entre egressos e instituição formadora, ou ir além, contribuir em incrementos para o curso de Engenharia de Automação Industrial. Observamos que um reduzido número de egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial do CEFET-MG compartilha os dados para cadastramento no *site* da instituição.

Nesse contexto, percebe-se a relevância do vínculo dos egressos com a instituição formadora, de forma a manter um relacionamento que possa contribuir com conhecimentos e favorecer o aprimoramento do curso ministrado. Assim sendo, importante se faz que a instituição formadora possua procedimentos que motivem os egressos a buscarem o estreitamento de relações e a troca de vivências, favorecendo o acompanhamento dos egressos.

As considerações a seguir apresentam as respostas para o primeiro objetivo específico que teve o propósito de buscar elucidar acerca de “Analisar a formação profissional oferecida ao Engenheiro de Automação e sua concordância com as demandas da sociedade tecnológica” referente à categoria sete do questionário.

Frente ao alinhamento da formação profissional com as demandas da QRI, os resultados demonstraram ser positivo explorar a formação oferecida e a demanda profissional requerida pelo mundo do trabalho, bem como a incorporação de requisitos que favoreçam o desenvolvimento de competências específicas para o momento tecnológico.

Diante de diferentes parâmetros que se fazem presentes no momento tecnológico denominado QRI, destacamos a estreita relação da Engenharia de Automação Industrial, a importância da

educação continuada e a busca por ambientes de aprendizagem que concorram para uma atualização constante. Compreendemos que a instituição formadora tem importante papel no estímulo a tal postura.

O alinhamento na formação do Engenheiro de Automação Industrial pela instituição formadora, frente a demanda tecnológica, vai ao encontro das disposições da Resolução CNE/CES Nº2, de 24 de Abril de 2019 que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais ao Curso de Graduação em Engenharia.

Observa-se no capítulo VI, intitulado “Das Disposições Finais e Transitórias”, a fixação de um prazo de 3 (três) anos para implementações das Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. A homologação da nova lei trouxe um movimento no sentido de atualização dos cursos de engenharia no que diz respeito a análise de conteúdo, corpo docente e formação de um profissional que adote uma postura integrada à sociedade e crie condições propícias para aperfeiçoar a formação em engenharia.

Frente à relação entre o objetivo específico que tem como foco “Identificar as habilidades e os saberes a serem considerados na formação do Engenheiro de Automação para atuar no mundo da Quarta Revolução Industrial” e a categoria três do questionário de pesquisa, os resultados mostram que uma das habilidades mais relevantes na formação do EA é a capacidade de aliar conhecimentos de automação e conhecimentos multidisciplinares, pois com o crescimento dos sistemas produtivos e o automatismo, importante se faz ter conhecimentos multidisciplinares, como maior fundamentação em conteúdos de elétrica, mecânica, mecatrônica e computação.

A inclusão de novo repositório de saberes para o curso de graduação EA é tema a ser discutido, já que a pesquisa aborda tópicos relevantes para o curso como uma maior ênfase em temas relacionados a análise de dados, aplicabilidade da inteligência artificial, conhecimentos de redes neurais, linguagens de programação, fundamentos mais aprofundados em instrumentação, controle, tecnologia da automação e tecnologia da informação, bem como conceitos relacionados a IoT e Big Data.

O objetivo específico “Analisar como os atuais ambientes de aprendizagem favorecem a apropriação de conteúdos específicos e contribuem na formação de um profissional crítico e reflexivo” e a relação com a categoria cinco do questionário, nos proporcionou compreender que além das apropriações de conhecimentos específicos do curso de graduação, espera-se que os ambientes de aprendizagem motivem o engenheiro a buscar e construir conhecimentos, de forma a se posicionar com atitude questionadora e reflexiva sobre o que se aprende e o seu

trabalho, uma vez que aliar conhecimentos técnicos com uma postura crítica e consciente frente às consequências positivas e negativas da tecnologia para a sociedade se torna um procedimento cada vez mais pertinente nesse momento tecnológico.

A situação delineada para discussão sobre a percepção do trabalho em equipe no processo de elaboração dos artefatos tecnológicos, tendo como referência o projeto que deu origem às bombas atômicas, revelou que questões relacionadas a trabalho multidisciplinar e fatores axiológicos que envolvem tecnologia e artefatos tecnológicos devem constar como pauta em debates nos cursos de graduação.

Ressaltamos a importância de discutir o termo “Tecnologia” e abrir espaços para que todos dialoguem e coloquem os respectivos pontos de vista, dúvidas, anseios e posturas. O ato de “fisolofar” e “discutir” o tema “Tecnologia” requer envolvimento de grande parcela da sociedade e profissionais, bem como solicita tempo para reflexões e análises.

No que se refere ao domínio profissional do engenheiro, significativo se faz destacar que o mesmo não se resume na arte de “engenhari”, “criar”, mas do mesmo modo deve-se incluir como responsabilidade social e profissional o aprofundamento no desenvolvimento da responsabilidade frente aos artefatos desenvolvidos e gerenciamento de informações e envolvimento em todas as fases do projeto.

A abordagem do objetivo específico que tem como foco “Compreender se outros ambientes de aprendizagem, além da instituição formadora, contribuem para a formação e requalificação profissional do Engenheiro de Automação” foi associado à categoria quatro do questionário dessa pesquisa.

No tocante ao entendimento do conceito sobre ambientes de aprendizagem, verificamos que esses não se constituem apenas nos ambientes acadêmicos e profissionais formais, mas qualquer ambiente que favoreça o desenvolvimento e o estímulo ao aprendizado e à criatividade.

São considerados ambientes de aprendizagem mais significativos no processo de atualização profissional do EA: feiras, congressos, ambiente profissional, ambientes virtuais, sala de aula padrão e cursos on-line, entre outros. Novos ambientes podem surgir em função da diversidade tecnológica e de sua abrangência. Percebemos que os ambientes de aprendizagem que favorecem a apropriação do conhecimento e contribuem para a formação do sujeito integral, além da formação acadêmica, consideram relevante a formação de sujeitos sociais críticos e agentes ativos na própria formação.

Na constituição de equipes multidisciplinares, frente à formação do sujeito integral, expressivo se faz aprofundar a percepção da não neutralidade da tecnologia e a pertinência de discussão das questões axiológicas que envolvem o artefato desde o seu *design*, de modo a se tornar compreensíveis a todos os envolvidos. Desse modo, a abordagem de análise de riscos na concepção dos artefatos deve ser uma constante nas equipes. A partir desse entendimento, percebemos como os ambientes de aprendizagem e as relações estabelecidas entre sujeitos contribuem para a formação de um profissional alinhado à sua cultura e o bem-estar da sociedade.

O grupo de questões referentes à categoria seis do questionário, associa-se ao objetivo específico de pesquisa “Identificar quais são os desafios que os engenheiros de Automação enfrentam, frente às múltiplas exigências provenientes da Quarta Revolução Industrial”.

Os resultados elencaram como desafios a serem transpostos para o alinhamento profissional no momento tecnológico da QRI a atualização contínua, conhecimento técnico multidisciplinar, gestão de pessoas, conhecimentos de leis, além de adquirir a capacidade de influenciar clientes para utilização de novas tecnologias.

Frente a tais considerações, a homologação da Resolução CNE/CES N°2, de 24 de Abril de 2019 que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais ao Curso de Graduação em Engenharia, que trata em seu capítulo II “Do Perfil e Competências esperadas do Egresso”, com atribuições desejadas ao profissional Engenheiro após sua formação.

Tal revisão da resolução vem ao encontro de novos objetivos para os cursos de Engenharia, já que tais profissionais poderão ser requisitados a trabalhar com artefatos tecnológicos e sistemas inteligentes que demandarão conhecimentos especializados e um novo olhar para um profissional reflexivo e crítico, inserido em uma cultura tecnológica.

Os desafios indicam quão importante se faz desenvolver o potencial para análises críticas dos processos a serem automatizados e diminuir a lacuna entre progresso científico e progresso moral, visto que o momento tecnológico denominado QRI não demandará dos profissionais apenas saberes acadêmicos, mas comportamentos conscientes e princípios pertinentes com o bem-estar coletivo.

A capacitação para a atuação em conformidade com o momento tecnológico, percorre o caminho da motivação pela busca por novas soluções para os desafios encontrados. Nessa pesquisa percebemos que a instituição de ensino criou condições para favorecer tal atitude, de

modo a incentivar o empenho pessoal pela educação continuada, visto que se faz necessário ampliar os saberes frente ao momento profissional e tecnológico.

Os resultados nos levam a refletir sobre a necessidade de uma “Revolução Humana”, ou seja, uma “Revolução Moral” que esteja sincronizada com todas as revoluções industriais, mas nesse momento em especial com a “Quarta Revolução Industrial”, pois a transformação tecnológica não é composta apenas de processos, banco de dados e *softwares*, mas incorpora também profissionais, aptos a desenvolverem programas, tomar decisões, criar artefatos que interferem no modo de viver de uma sociedade.

Assim sendo, o mesmo homem com conhecimentos acadêmicos para “engenhar” artefatos tecnológicos, poderá do mesmo modo cooperar para a qualidade de vida de uma sociedade e deverá incorporar em si a vontade de contribuir com o seu trabalho para um bem-estar coletivo. O homem, enquanto profissional, não deverá almejar apenas o lucro que move o sistema capitalista.

O Engenheiro de Automação, sujeito incorporado a uma sociedade, deverá se sentir capaz de tomar decisões que podem contrariar a elite e priorizar o bem comum, uma vez que a partir de condutas coerentes, desastres podem ser evitados. A formação de um profissional ético e reflexivo, ciente do seu papel no mundo do trabalho, o leva a contribuir com o seu potencial para o bem coletivo que converge em uma cultura consciente.

As contribuições apresentadas nesse trabalho concorreram para a compreensão do universo profissional dos participantes egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial, que nos apoiaram na realização dessa investigação, mas não se resume em toda temática a ser explorada. Esperamos que esse trabalho possa influenciar outros pesquisadores a abordar temas complementares e que tangenciem o tema dessa pesquisa. A educação profissional tecnológica, assim como os ambientes de aprendizagem nas suas diversidades, promove constantes transformações que se alinham à formação do sujeito crítico e reflexivo sobre seu papel enquanto profissional corresponsável por uma sociedade que vivencia as influências advindas dos avanços tecnológicos.

Cientes de que nenhuma pesquisa finda em si mesma, reconhecemos que existem limitações frente ao realizado, pois foram questionados apenas os egressos do curso de Engenharia de Automação Industrial. Percebemos, no decorrer da pesquisa, que a contribuição dos estudantes de engenharia ainda em formação poderia trazer subsídios para verificarmos se tópicos relacionados pelos egressos como deficientes poderiam ter sido atualizados ou alterados.

Acreditamos que novas possibilidades de pesquisa poderão surgir a partir desse contexto, tendo em vista a homologação da nova Lei de Diretrizes e Bases para o curso de Engenharia, bem como análises com grupos de outras instituições de ensino, que podem revelar interessantes resultados.

Nesse sentido, indicamos possibilidades que poderão ser tratadas como sugestões para pesquisas futuras:

- Como os cursos de engenharia estão se adequando à nova Lei de Diretrizes e Bases?;
- De que modo os desafios do mundo do trabalho frente ao conteúdo abordado no curso de Engenharia de Automação Industrial são percebidos pelos formandos?;
- Como está sendo abordado as questões axiológicas no que se refere à tecnologia e artefatos tecnológicos nos cursos de Engenharia?;
- De que forma a instituição de ensino se estrutura para buscar um vínculo entre mundo do trabalho, egressos e formandos?; e
- Como os formandos em Engenharia de Automação Industrial percebem a estrutura do curso no contexto da QRI e suas relações com os ambientes de aprendizagem?

Ressaltamos que a pesquisa concretizada em forma dessa dissertação, será encaminhada a todos os sujeitos de pesquisa que enviaram seus endereços de *email*, por meio do TCLE, para que possam compartilhar dos resultados e discussões.

Em se tratando do curso de Engenharia de Automação Industrial, ministrado pela instituição formadora CEFET-MG – Uned Araxá, esperamos que os resultados obtidos possam contribuir no contexto da formação do engenheiro crítico, reflexivo, consciente do seu papel social, com conhecimentos específicos à sua área de atuação e empenhado na busca por ambientes de aprendizagem que favoreçam a educação continuada, seja no âmbito da Quarta Revolução Industrial ou quaisquer desafios que tenham origem no mundo do trabalho ou contexto social que demande sua atuação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADES, Cely; BARBOSA, Conceição A.P. O desafio da educação na quarta revolução industrial. *In: da SILVA, Elcio Brito; SCOTON, Maria Lidia R.P.D.; PEREIRA, Sérgio L.; DIAS, Eduardo M. (Coord.). Automação e sociedade quarta revolução industrial, um olhar para o Brasil*. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patrícia de Sá. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da Quarta Revolução Industrial. **Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – Ciki**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p.1-15, set. 2017. Disponível em: <http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- ARBIX, Glauco; SALERNO, Mário Sergio; ZANCUL, Eduardo; AMARAL, Guilherme; LINS, Leonardo Melo. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos Estudos**. CEBRAP, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, nov. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 ago. 2019.
- BAHIA, Mônica Mansur, LAUDARES, João Bosco. A engenharia e a inserção feminina. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL FAZENDO GÊNERO*, 10., Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2013. Disponível em: http://www.fg2013.wwc2017.eventos.dype.com.br/resources/anais/20/1386761147_ARQUIV_O_MonicaMansurBahia.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.
- BARBOSA, Marcos T. J.; BAISSO, Marcos; ALMEIDA, Marcos T. Surge uma nova Sociedade. *In: SILVA, Elcio Brito da; SCOTON, Maria Lidia R. P. D.; PEREIRA, Sérgio L.; DIAS, Eduardo M. (Coords). Automação e sociedade Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil*. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: L. A. Reto; A. Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianopolis: Editora UFSC, 2006.
- BRANSFORD, John D. *et al.* **How people learn: brain, mind, experience, and school**. National Academy of Sciences. Washington, D.C., 2000.
- BRASIL. Conselho Federal de Educação (CFE). Resolução nº48, de 27 de abril de 1976. Fixa os números de conteúdos e de duração do curso de graduação em Engenharia, e, define suas áreas de habilitações. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 jun. 1976.
- BRASIL. Decreto nº 7.566, de 23 de setembro de 1909. Crêa nas capitães dos Estados da Republica Escolas de Aprendizes Artífices, para o ensino profissional primario e gratuito. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 26 set. 1909. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/decreto_7566_1909.pdf
- BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 abr. 1967.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5194.htm. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CES. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 abr. 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 20 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CNES. Resolução nº 1.362, de 2001. Institui diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 17, 25 de fev. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019

BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CNES. Resolução nº 11, de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 67, p. 31, 9 de abr. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Saiba o que é a EPT e conheça os principais atores que operam na normatização e na oferta desta modalidade educacional**. Brasília: MEC, 2018. Página Inicial. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/educacao-profissional-e-tecnologica-ept>. Acesso em 02 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jun. 2013. Disponível em: <http://www.conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em ciências humanas e sociais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 mai. 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BUDIN, Daiane Daisa; LOPES, Aparecida Maria Zem. Indústria 4.0 e seus desafios para a capacitação profissional. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 7, n. 2, p. 88-97, abr./set. 2019. Disponível em: <https://fatecbr.websiteseuro.com/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/229>. Acesso em: abr. 2020.

CAMARGOS, Adriane de Cássia; ORTEGA, Leila Saddi; RAMOS, Ivo de Jesus. Reflexões sobre a formação do engenheiro e revoluções industriais e ambientes de aprendizagem. *In*: DA COSTA, Maria Adélia (Coord.). **Ensino e pesquisa na educação profissional e tecnológica: concepções e diversidades**. Minas Gerais: Brazil Publishing, 2020.

CAMARGOS, Adriane de Cássia; RAMOS, Ivo de Jesus. Educação profissional e as transformações no mundo do trabalho. *In*: SEMINÁRIO EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO HUMANA: DESAFIOS DO TEMPO PRESENTE, 6.; SIMPÓSIO, EDUCAÇÃO, FORMAÇÃO E TRABALHO, 1., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UEMG, 2018. Disponível em: <http://www.pppeduc.uemg.br/anais-seminario-simposio-eixo-iv/>. Acesso em: out. 2018.

CANAN, Silvia Regina; SUDBRACK, Edite Maria. A universidade brasileira e as políticas de educação superior no território Ibero-Americano: Avançamos? **HOLoS**, v. 2, p. 333-350, jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.5429>. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLoS/article/view/5429>. Acesso em: 19 ago. 2019.

CARVALHO, Eduardo dos Santos de Sá; DUARTE FILHO, Nemésio Freitas. Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0. **RISTI**, Porto, n. 27, p. 36-51, jun. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17013/risti.27.36-51>. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952018000200004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2019.

CARVALHO, Leonard de Araújo; TONINI, Adriana Maria. Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia. **Gestão e Produção, São Carlos**, v. 24, n. 4, p. 829-841, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1665-16>. Acesso em: 10 nov. 2019.

CAVALCANTE, Zedequias Vieira; SILVA, Mauro Luis Siqueira da. A importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR*, 7., 2011, Maringá. **Anais [...]**, Maringá: Editora CESUMAR, 2011.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Guia Acadêmico da Graduação 2018/2**. Araxá: CEFET-MG, 2018. Disponível em: http://www.eng-automacao.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/152/2018/07/Guia_Graduacao_A5_CEFETMG_2018_2_Grafica_final.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Engenharia de automação industrial**. Araxá: CEFET-MG, [s.d.]. Disponível em: <http://www.araxa.cefetmg.br/engenharia-de-automacao-industrial/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Matriz Curricular PPC 2005**. Araxá: CEFET-MG, 2015. Disponível em: <http://www.eng-automacao.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/152/2018/12/Matriz-Curricular-PPC-2005-merged.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

CUNHA, Flavio Macedo. Por uma filosofia da tecnologia no ensino de engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 32., 2004, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: ABENGE, 2004. Disponível em: http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/15/artigos/08_061.pdf. Acesso em: 03 out. 2019.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia**: um convite. 3. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2016.

DE LUCA, Marcelo Alexandre Siqueira, ROMANEL, Fabiano Barreto, SANCHES, Giovanna Hadassa Martins, GONÇALVES, Henrique Schamberg, PEREIRA, Victor Augusto Gotordelli, MOISES, Izabela Cristina, OLIVEIRA, Jean Michel Bricatte de. A Engenharia no contexto social: evolução e desenvolvimento. **Gestão Tecnologia e Inovação**. v. 2, n. 1, p. 1-11, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://www.opet.com.br/faculdade/revista->

engenharias/pdf/n4/Artigo1-n4-A-Engenharia-no-contexto-Social.pdf. Acesso em: 04 mar. 2020.

DEITOS, Roberto Antônio; LARA, Ângela Mara de Barros. Educação profissional no Brasil: motivos socioeconômicos e ideológicos da política educacional. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 64, p. 165-188, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782016216409>. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782016000100165&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 jan. 2020.

DURÃES, Marina Nunes. Educação técnica e educação tecnológica múltiplos significados no contexto da educação profissional. **Educação & Realidade**, v. 34, n. 3, p. 159-175, set./dez. 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/9365/6716>. Acesso em: 13 ago. 2019.

DUSEK, Val. **Filosofia da tecnologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

ENGUITA, Mariano Fernandez. **A face oculta da escola: educação e trabalho no capitalismo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

FERNANDES JÚNIOR, James Crawford; ZUIN, Elenice de Souza Lodron; LAUDARES, João Bosco. **Introdução à engenharia: um novo olhar**. Belo Horizonte: PUC-MG, 2018.

FIGUEIREDO, Antônio Dias. A pedagogia dos contextos de aprendizagem. **Revista e-Curriculum**, v. 14, n. 03, p. 809-836, jul./set. 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/28989/20738>. Acesso em: 13 ago. 2019.

FORD, Henry. **Os princípios da prosperidade: minha vida e minha obra**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1964.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRINSPUN, Mirian Zippin. **Educação tecnológica: desafios e perspectivas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

HAZEN, Robert M.; TREFIL, James. **Saber ciência: do big bang à engenharia genética: as bases para entender o mundo atual e o que virá depois**. São Paulo: Cultura, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAUDARES, João Bosco; PAIXÃO, Edmilson Leite; VIGGIANO, Adalci Righi. O ensino de engenharia e a formação do engenheiro: contribuição do programa de mestrado em tecnologia do CEFET-MG - Educação Tecnológica. **Educação & Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 60-67, 2009. Disponível em: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/213>. Acesso em: 12 nov. 2019.

LENGEL, James G. **Education 3.0. Seven Steps to better schools**. New York: Teachers College. Columbia University, 2013.

LIMA, Leonardo Araújo; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Acompanhamento de egressos: subsídios para a avaliação de Instituições de Ensino Superior (IES). **Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 104-125, mar. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772018000100104&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 04 out. 2019.

MACEDO, Geisla Mendes; SAPUNARU, Raquel Anna. Uma breve história da engenharia e seu ensino no Brasil e no mundo: foco Minas Gerais. **Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis**, Petrópolis, v. 10, n. 1, p. 39-52, 2016. Disponível em: <http://seer.ucp.br/seer/index.php/REVCEC/article/view/594/549>. Acesso em: 25 nov. 2019.

MACHADO, Daniela Cristina. Aprendendo metodologia sob o olhar de uma principiante em pesquisa. **Rastros - Revista do Núcleo de Estudos de Comunicação**. v. 8, n. 8, p. 96 -107, out. 2007. Disponível em: http://www.ielusc.br/aplicativos/ojs_necom/index.php/SECORD/issue/view/9. Acesso em: 25 nov. 2019.

MAGALHÃES, José Manuel. A aprendizagem de tópicos de cálculo por alunos de engenharia através do trabalho de projeto. **HOLOS**, v. 5, p. 1-31, jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2019.7218>. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7218>. Acesso em: 12 nov. 2019.

MARAFON, Carine; SERVELIN, Thaisa; ANSCHAU, Cleusa Teresinha; SCHNEIDER, Andresa, DE PAULA, Ronise. Benefícios do investimento em automação no processo de empacotamento de farinha de trigo. **ANAIS: Engenharia de Produção**. v. 2, n. 1, p. 72-87, 2018. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/200/191>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MARGULIES, M. **História da engenharia**. São Paulo: Atlas, 1993.

MARX, Karl. **O capital**. São Paulo: Difel, 1984.

MAZZOTTI, Alda Judith Alves; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.); DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1996.

MORAES, Adriana Zomer De; CRUZ, Tânia Mara. Estudantes de engenharia: entre o empoderamento e o binarismo de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, v. 48, n. 168, p. 572- 598, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742018000200572&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 07 jan. 2020.

NITSCH, Julio Cesar; BAZZO, Walter Antonio, TOZZI; Marcos José. Engenheiro-professor ou professor-engenheiro: reflexões sobre a arte do ofício. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 32., 2004, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: ABENGE, 2004. Disponível em: http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/15/artigos/10_227.pdf. Acesso em: 4 mai. 2019.

OLIVEIRA, Fernanda Thais de; SIMÕES, Wagner Lourenzi. A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2017, Catalão. **Anais** [...]. Catalão: UFG, 2017. Disponível em: https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf. Acesso em: 25 nov. 2019.

OLIVEIRA, Rosane Machado de. Revolução industrial na Inglaterra: um novo cenário na idade moderna. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 1, n. 7. A. 2, p. 89-116, out. 2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/historia/revolucao-industrial-na-inglaterra>. Acesso em: out. 2019.

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. Evolução dos cursos de engenharia. *In: OLIVEIRA, Vanderli Fava de. (Org.). Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia*. Brasília: INEP/CONFEA, 2010. Cap. 2, p. 53-67.

OLIVEIRA, Vanderli Fava de; ALMEIDA, Nival Nunes de. Retrospecto e atualidade da formação em Engenharia. *In: OLIVEIRA, Vanderli Fava de. (Org.). Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia*. Brasília: INEP/CONFEA, 2010. Cap. 1, p. 21-50.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Indústria 4.0: Conceitos e Perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>. Acesso em: 25 nov. 2019.

PORATH, Mauricio de Campos; TRAVASSOS JÚNIOR, Xisto Lucas; TILP, Jonas. A universidade para a indústria do futuro. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, Florianópolis, v. 16, n. 33, p. 145-154, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2019v16n33p145>. Acesso em: 18 nov. 2019.

RAMOS, Ivo de Jesus. **Concepções sobre o aprender a aprender e suas possibilidades de aplicação na educação escolar**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

RIBEIRO, Andressa de Freitas. Taylorismo, Fordismo e Toyotismo. **Lutas Sociais**, São Paulo, v. 19, n. 35, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/ls/article/viewFile/26678/pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

RIBEIRO, Joaquim Meireles. **O conceito da indústria 4.0 na confecção: análise e implementação**. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil) – Universidade do Minho, Braga, 2017. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/49413/1/Joaquim%20Meireles%20Ribeiro.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

SAKURAI, Ruudi; ZUCHI, Jederson Donizete. As revoluções industriais até a indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 10 set. 2019.

SANTOS, Beatrice Paiva; ALBERTO, Agostinho; LIMA, Tânia Daniela Felgueiras Miranda; CHARRUA-SANTOS, Fernando Manuel Bigares. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**. v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/e316/193>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SCHÖN, Donald Alan. **Educando o profissional reflexivo**. Brasil: Artmed, 2003.

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

SCHWARTZMAN, Simon; CASTRO, Claudio de Moura. Ensino, formação profissional e a questão da mão de obra. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 80, p. 563-623, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ensaio/v21n80/a10v21n80.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SILVEIRA, Sílvia Osória; COELHO, Cristiane Ribeiro; RAMOS, Ivo de Jesus. A pesquisa da aprendizagem com implicações para o projeto de ambientes educacionais. **Latin American Journal of Science Education**. v. 6, n. 1, p. 1-6, 2019. Disponível em: http://www.lajse.org/may19/2019_12049.pdf. Acesso em: 07 out. 2019.

SIMÃO, Adalberto Filho; PEREIRA, Sérgio Luiz. **A empresa ética em ambiente ecoeconômico**. São Paulo: QuartierLatin do Brasil, 2014.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da engenharia no Brasil**. livros técnicos e científicos. Editora S.A, 1984.

TESSARINI JUNIOR, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/2967/1678>. Acesso em: 07 dez. 2019.

VERKERK, Maarten J.; HOOGLAND, Jan; STOEP, Jan van der; VRIES, Marc J. de. **Filosofia da tecnologia: uma introdução**. Tradução: Rodolfo Amorim Carlos de Souza. Viçosa: Ultimato, 2018.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência: por uma nova lógica**. São Paulo: Atlas, 2012.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

A FORMAÇÃO E ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DE AUTOMAÇÃO NA SOCIEDADE TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SUAS RELAÇÕES COM OS AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

SIGLAS:

Quarta Revolução Industrial (QRI)

Engenheiro de Automação / Engenharia de Automação (EA)

1.0 – PERFIL DO PARTICIPANTE:

a) Nome (Opcional): _____

b) Instituição Formadora: _____

c) Idade (opcional):

() 20 a 30 anos () 31 a 40 anos () 41 a 50 anos () Mais de 51 anos

d) Você possui outras graduações?

() Sim – Qual? _____

() Não

Se sim, informar ano de formação: _____

e) Há quanto tempo atua na área? _____

f) Em que área atua atualmente? _____

g) A área que você atua corresponde à sua área de formação? _____

2.0 – CONHECIMENTOS SOBRE A INDÚSTRIA 4.0:

a) Você tem acompanhado as informações sobre o conceito Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial?

() Sim () Não

b) Qual é a sua concepção sobre a Indústria 4.0 ou QRI?

c) De que forma você interage com o tema?

- Curiosidade pessoal
- Demanda no trabalho para aplicação de novas tecnologias
- Busca de informações em função de discussões sobre novas tecnologias e possível oportunidade de aplicação no futuro
- Outros (explique) _____

d) De acordo com seu entendimento marque 05 (cinco) bases tecnológicas e digitais que podem ser consideradas prioritárias para adequação dos processos e sistemas ao momento tecnológico:

- Big Data* e análise de dados
- Robótica
- IOT* – Internet das Coisas
- Cloud Computing*
- Sistemas de integração horizontal e vertical
- Realidade aumentada
- Inteligência Artificial
- Sistemas Autônomos
- Cibersegurança

e) Com relação aos efeitos decorrentes da Quarta Revolução Industrial, marque (P) para efeito positivo e (N) para efeito negativo e (I) para efeito imparcial, conforme seu entendimento:

- Substituição de postos de trabalho como tarefas repetitivas por robôs / softwares
- Desigualdade Social
- Economia Brasileira
- Produtividade
- Competitividade com outros mercados
- Envelhecimento da população
- Habilidades e competências profissionais
- Novas Profissões
- Formação profissional e aderência às novas tecnologias
- Equivalência econômica de Gênero

f) Escolha 01 (um) tópico da questão anterior e descreva a sua opinião sobre os efeitos relacionados ao novo momento tecnológico:

g) A partir da sua experiência profissional como você percebe esse momento tecnológico no Brasil?

3.0 – HABILIDADES E SABERES A SEREM CONSIDERADOS NA FORMAÇÃO DO EA PARA ATUAR NO MUNDO DA QRI:

a) Qual habilidade pode ser considerada a mais relevante para integrar a formação do EA para atuar no momento tecnológico da QRI?

- Aliar conhecimentos de automação e conhecimentos multidisciplinares.
- Habilidade de relacionamento interpessoal
- Capacidade de se adaptar à novas funções e mudanças
- Desenvolver visão técnica e sistêmica dos processos
- Reunir e realizar a análise de um grande volume de dados

b) Explique a sua resposta anterior.

c) você considera que o conjunto de saberes (conteúdo acadêmico ensinado) a ser apresentado ao EA demanda um novo repositório de conteúdo?

- Sim
- Não
- Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

d) Caso a resposta anterior seja “Sim”, cite conteúdos que entenda ser relevantes na formação e capacitação do EA no momento tecnológico contemporâneo.

e) Em sua opinião as habilidades e saberes necessários ao Engenheiro de Automação no momento tecnológico da Quarta Revolução Industrial pode demandar um novo olhar para a Engenharia de forma a alterar o perfil do curso?

- Concordo
- Discordo
- Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

4.0 – IDENTIFICAÇÃO DOS AMBIENTES DE APRENDIZAGEM QUE CONTRIBUEM PARA A FORMAÇÃO E REQUALIFICAÇÃO DO EA:

a) Para você, qual é o conceito de ambientes de aprendizagem?

b) A partir do seu conhecimento, quais ambientes de aprendizagem são mais significativos no processo de atualização profissional do EA frente as demandas do mundo do trabalho?

c) A EA pode ser considerada uma área de atuação com transformações constantes por estar diretamente relacionada às inovações tecnológicas. Você entende que por esse motivo novos ambientes de aprendizagem podem surgir de forma a possibilitar atualizações regulares?

- Concordo
- Discordo

Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

d) Em sua opinião, o que deve ser mais enfatizado pelos ambientes de aprendizagem na formação do EA?

Relação educador-educando na formação de um sujeito integral

Parâmetros operacionais visando a habilitação pela prática

Parâmetros operacionais visando a habilitação por conceitos técnicos e específicos

Parâmetros operacionais visando uma habilitação que contemple teoria e prática, mas que ainda não reflete uma formação do sujeito integral

Parâmetros que contemplem além da formação acadêmica, sujeitos sociais críticos e agentes na própria formação.

e) Ao estar inserido no mundo do trabalho e com transformações constantes que exigem soluções rápidas e novos conhecimentos, quais são os ambientes de aprendizagem que contribuem para a atualização contínua em alinhamento com o momento tecnológico?

5.0 – AMBIENTES DE APRENDIZAGEM E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DO PROFISSIONAL CRÍTICO E REFLEXIVO:

a) Você considera que os ambientes de aprendizagem específicos à área da EA estão diretamente envolvidos na formação de um sujeito integral que tenha uma postura crítica e reflexiva diante da sua função e trabalho e o entendimento do desenvolvimento da autonomia sem estimulação da competitividade e individualismo?

Concordo

Discordo

Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

b) Em sua opinião, Tecnologia e Artefatos Tecnológicos possuem a mesma significação?

Sim

Não

Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

c) O “Projeto Manhattan” foi responsável pelo desenvolvimento e produção das primeiras bombas atômicas (*Little Boy e Fat Man*) que foram lançadas em Agosto de 1945, durante a Segunda Guerra Mundial sobre o Japão. Qual é a sua percepção sobre o processo de elaboração e desenvolvimento dos artefatos tecnológicos?

A finalidade dos artefatos tecnológicos pode não estar perceptível na fase de elaboração do projeto.

A finalidade dos artefatos tecnológicos não são discutidas pela equipe de execução do projeto.

- A equipe de execução do projeto é envolvida em todos os processos de elaboração e discussão do propósito de construção dos artefatos tecnológicos.
- O momento de interconexão e tecnologias de informação mais acessíveis podem impedir a produção de artefatos que possam gerar impactos destrutivos para a sociedade.
- A forma de coexistência da tecnologia e sociedade favorece um olhar crítico e reflexivo frente ao desenvolvimento dos artefatos tecnológicos

d) Em sua opinião, como se desenvolve a construção de fatores axiológicos, ou seja, valores morais, na concepção e automação dos artefatos tecnológicos tendo em vista a não neutralidade da tecnologia?

- A construção e automação dos artefatos tecnológicos deve ter a participação de uma equipe multidisciplinar com diversos pontos de vista.
- As questões axiológicas que envolvem determinado artefato devem estar compreensíveis para todos que irão participar do processo do projeto a ser desenvolvido.
- Por se tratar de uma equipe multidisciplinar, o envolvimento pode ser superficial nas questões axiológicas, uma vez que existe um responsável técnico que irá responder pelas inconsistências.
- As questões axiológicas não são comumente tratadas em reuniões multidisciplinares na concepção dos artefatos tecnológicos e processos.

e) Você considera expressivo na formação do EA o desenvolvimento da racionalidade na análise de risco dos projetos tecnológicos de forma a contribuir no entendimento da tecnologia e a finalidade dos artefatos tecnológicos?

- Sim
- Não
- Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

6.0 – DESAFIOS DO ENGENHEIRO DE AUTOMAÇÃO DIANTE DAS MÚLTIPLAS EXIGÊNCIAS PROVENIENTES DA QRI:

a) Qual é o seu maior desafio profissional como Engenheiro de Automação na QRI?

b) De que forma os desafios a serem enfrentados pelo novo momento tecnológico pode propiciar novas experiências?

- Desconstrução da forma de trabalho favorecendo novos pontos de vista
- Estímulo à criatividade
- Desenvolvimento de potencial para análises mais críticas frente aos processos
- Busca pela participação mais efetiva nos processos de forma a assimilar a finalidade da tecnologia

c) De que forma você percebe a relação entre o progresso tecnológico e o progresso moral no contexto da QRI?

d) De que forma a formação oferecida pela instituição formadora ao EA o prepara para a busca de novas soluções diante dos desafios encontrados no caminhar profissional? Explique a resposta.

e) No seu entendimento, como são desenvolvidas as competências profissionais?

f) Você se sente impactado pelas transformações decorrentes da QRI?

Sim

Não

Justifique sua resposta.

g) Ao avaliar o seu momento profissional e pessoal no sentido de ser social, você está preparado para o momento tecnológico que se apresenta ou percebe uma necessidade de atualização?

7.0 – FORMAÇÃO PROFISSIONAL E CONCORDÂNCIA COM AS DEMANDAS DA SOCIEDADE TECNOLÓGICA:

a) Como você avalia a formação acadêmica do EA e o momento tecnológico da QRI?

Incorpora o conhecimento técnico, mas não está alinhada às necessidades demandadas pelo mundo do trabalho.

Conhecimentos técnicos e competências demandadas pelo mundo do trabalho não são incorporados ao currículo do engenheiro de forma a acompanhar as transformações tecnológicas.

A formação acadêmica está alinhada com a demanda do mundo do trabalho e favorece o desenvolvimento de competências para atuar de forma promissora.

b) Em sua opinião, o conteúdo acadêmico ofertado pelas instituições de ensino superior aos estudantes de EA está defasado ou alinhado frente aos conhecimentos a serem demandados pela sociedade tecnológica no âmbito da QRI?

Alinhado

Defasado

Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta.

c) Você considera que a formação do EA incorpora os requisitos de capacitação profissional de forma a favorecer o desenvolvimento de competências no momento tecnológico contemporâneo?

- Concordo
 Discordo
 Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta.

c) A formação recebida para sua capacitação e habilitação foi pertinente para a sua atuação na área?

- Concordo
 Discordo
 Não tenho conhecimento suficiente para emitir uma opinião sobre a pergunta

d) Em sua opinião, o que é primordial na formação do EA para que se mantenha atualizado ao contexto tecnológico?

e) No seu entendimento existem desafios a serem superados pelas instituições formadoras no propósito de garantir uma capacitação em conformidade com o momento tecnológico e as novas exigências do mundo do trabalho?

- Sim
 Não

Justifique a resposta.

8.0 – CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA

Este espaço é reservado para que você possa complementar, incluir ou criticar alguma abordagem retratada neste questionário.

Sua contribuição é muito significativa para o resultado da pesquisa.

9.0 – TEMPO DE DURAÇÃO UTILIZADO (ININTERRUPTO) PARA RESPONDER AO QUESTIONÁRIO: _____

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto CAAE: 12396919.7.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 12 de junho de 2019.

Prezado (a) _____,

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: **A FORMAÇÃO E ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DE AUTOMAÇÃO NA SOCIEDADE TECNOLÓGICA NO ÂMBITO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SUAS RELAÇÕES COM OS AMBIENTES DE APRENDIZAGEM**. Este convite se deve ao fato de você ser egresso do curso de Engenharia de Automação do CEFET-MG, o que seria muito útil para o andamento da pesquisa.

O pesquisador responsável pela pesquisa é Adriane de Cássia Camargos Porto, RG MG-3.659.574, mestranda em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG. Pretende-se com esta pesquisa buscar elucidar questões que possam contribuir na compreensão de como a educação escolar tem estruturado os ambientes de aprendizagem de forma a favorecer que o Engenheiro de Automação alcance a qualificação profissional e as competências necessárias para atuar no mundo da Quarta Revolução Industrial integrando conhecimentos específicos, tecnológicos, morais e éticos em concordância com a atual sociedade tecnológica. A pesquisa tem como objetivo geral contribuir com o debate sobre a formação e atuação do Engenheiro de Automação na sociedade tecnológica no âmbito da Quarta Revolução Industrial e suas relações com os ambientes de aprendizagem na educação escolar. A Quarta Revolução Industrial (QRI) ou Indústria 4.0 requer novas formas de atuação e habilidades frente ao contexto tecnológico contemporâneo, bem como a formação de um sujeito profissional preparado para pensar, refletir e agir diante de situações cada vez mais complexa. A pesquisa em questão terá uma abordagem qualitativa, podendo-se ressaltar o caráter exploratório. Será realizada uma revisão de literatura no Portal de Periódicos CAPES/MEC e como instrumento de coleta de dados será utilizado um questionário e caso seja necessário aprofundar em algumas questões será feita uma entrevista.

Como participante da pesquisa você receberá um questionário com questões a serem respondidas e que possuem o objetivo de criar condições para o entendimento da questão proposta pela pesquisa. O questionário poderá ser enviado por e-mail ou entregue pessoalmente, o que for mais cômodo. Dados confidenciais como o seu nome como participante são opcionais, ficando livre a decisão de registro e identificação no questionário. Como participante você tem o direito de desistir ou interromper o processo de participação na pesquisa a qualquer momento, de forma a não trazer nenhum desconforto. O perfil da pesquisa não prevê nenhum benefício direto, somente indireto, uma vez que a participação contribuirá com subsídios e opiniões para elucidar questões da pesquisa. Como participante da pesquisa terá o direito de acesso aos resultados da pesquisa, caso manifeste o interesse, bem como contribuir na identificação dos ambientes de aprendizagem que corroboram no processo de atualização profissional contínua do Engenheiro de Automação, propiciando novos olhares para esses espaços e também contribuir no entendimento do processo de formação e atuação profissional crítica e reflexiva frente aos desafios da Quarta Revolução Industrial.

Com o seu aceite em ser participante da pesquisa, enfatizo que existem alguns riscos, mas medidas serão tomadas para neutralizá-los. (I) Pode ser considerado como um risco a divulgação de dados confidenciais do participante da pesquisa, mas como ação mitigadora a

pesquisadora se compromete a manter antivírus atualizado para evitar possíveis rastreamentos por IP do computador, em caso de utilização de meio digital. Caso a opção seja o recebimento do questionário de forma presencial ou pelo correio, a pesquisadora se compromete a fazê-lo. Importante frisar que o dado pessoal como o nome do participante é opcional e caso seja citado será mantido em total sigilo. (II) Demandar tempo do participante da pesquisa para responder ao questionário/entrevista (aproximadamente 30 a 40 minutos) e como ação mitigadora o questionário foi elaborado com questões objetivas e organizado por temas a serem pesquisados para facilitar o entendimento, bem como foi utilizado estruturas diferentes de perguntas para criar uma dinâmica e buscar agilidade no processo de preenchimento. Caso seja necessária a entrevista, o número de perguntas é reduzido e será realizada pela pesquisadora de forma particular com o participante, caso o mesmo aceite o convite. (III) Causar algum tipo de constrangimento ao responder as questões do questionário e como ação mitigadora as questões têm caráter exploratório sem ser invasivo ou pessoal e caso o participante se sinta constrangido, tem o direito de não responder a respectiva questão ou mesmo se desvincular da pesquisa.

Reforço que a intenção da pesquisa e questionário / eventual entrevista não é identificar o participante, mas coletar dados sobre o que as discussões propostas.

Como participante de uma pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, lhe é garantido:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado à sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- O ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa, pode ser dirigida ao pesquisador, por e-mail: adriane.cporto@gmail.com, telefone (31) 99215.7940, pessoalmente ou via postal para Rua João Furtado, 138 Apto 801 Bairro Gutierrez, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP

(Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <<http://www.cep.cefetmg.br>> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, n. 5855 - Campus VI; E-mail: cep@cefetmg.br; Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pelo pesquisador.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do participante da pesquisa: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Belo Horizonte, _____ de _____ de 20__

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu *e-mail* ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:

ANEXO A – Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Automação Industrial

PRIMEIRO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO	30	2
QUÍMICA	30	2
QUÍMICA EXPERIMENTAL	30	2
DESENHO TÉCNICO	60	4
PROGRAMA COMPUTACIONAL I	30	2
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	60	4
GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA VETORIAL	60	4
TOTAL	300	20

SEGUNDO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
FÍSICA I	60	4
FÍSICA EXPERIMENTAL I	30	2
CIÊNCIA DOS MATERIAIS	30	2
ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE	60	4
PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL II	60	4
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	60	4
TOTAL	300	20

TERCEIRO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
CIRCUITOS ELÉTRICOS I	30	2
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	30	2
ÁLGEBRA LINEAR	30	2
FÍSICA II	60	4
FÍSICA EXPERIMENTAL II	30	2
METROLOGIA	30	2
CÁLCULO NUMÉRICO	30	2
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III	60	4
TOTAL	300	20

QUARTO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
CIRCUITOS ELÉTRICOS II	30	2
FÍSICA III	60	4
CONVERSÃO ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA	30	2
LABORATÓRIO DE CONVERSÃO ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA	30	2
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL IV	60	4
ELETRÔNICA APLICADA	60	4
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA APLICADA	30	2
TOTAL	300	20

QUINTO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA	30	2
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA	30	2
ACIONAMENTOS ELÉTRICOS	60	4
LABORATÓRIO DE ACIONAMENTOS ELÉTRICOS	30	2
MECÂNICA GERAL	60	4
FUNDAMENTOS DE TERMODINÂMICA E TRANSFERÊNCIA DE CALOR	60	4
MECÂNICA DOS FLUIDOS	30	2
TOTAL	300	20

SEXTO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
INSTRUMENTAÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO	30	2
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO	30	2
RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	60	4
CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMÁVEIS	30	2
ACIONAMENTOS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS	60	4
SISTEMAS DIGITAIS	60	4
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS	30	2
TOTAL	300	20

SÉTIMO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS CONTÍNUOS	60	4
LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS CONTÍNUOS	30	2
MODELAMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLE	60	4
PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	30	2
LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	30	2
SISTEMAS MICROPROCESSADOS	60	4
LABORATÓRIO DE SISTEMAS MICROPROCESSADOS	30	2
TOTAL	300	20

OITAVO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
METODOLOGIA E REDAÇÃO CIENTÍFICA	30	2
SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS DISCRETOS	60	4
LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSOS DISCRETOS	30	2
CONTROLADORES DIGITAIS INDUSTRIAIS	30	2
SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFATURAS	60	4
SOCIOLOGIA, ENGENHARIA, TECNOLOGIA E CULTURA	30	2
TOTAL	300	20

NONO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
CONTROLE MULTIVARIÁVEL	60	4
INTRODUÇÃO À ECONOMIA	30	2
REDES INDUSTRIAIS PARA INSTRUMENTAÇÃO E PROCESSOS	60	4
INTRODUÇÃO ÀS CIÊNCIAS AMBIENTAIS	30	2
SISTEMAS DISTRIBUÍDOS EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	30	2
TOTAL	300	20

DÉCIMO PERÍODO		
NOME DA DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA	AULAS / SEMANA
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SEGURANÇA	30	2
SEGURANÇA E CONFIABILIDADE DE SISTEMAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO	30	2
SISTEMAS SUPERVISÓRIOS E INTERFACES HOMEM-MÁQUINA	60	4
INTRODUÇÃO À ADMINISTRAÇÃO	30	2
PESQUISA OPERACIONAL	30	2
DIREITO E LEGISLAÇÃO	30	2
DISCIPLINAS OPTATIVAS	90	6
TOTAL	300	20

Fonte: CEFET-MG – Unidade Araxá. Matriz Curricular PPC 2005.

ANEXO B - Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002.^(*)

Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, tendo em vista o disposto no Art. 9º, do § 2º, alínea "c", da Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e com fundamento no Parecer CES 1.362/2001, de 12 de dezembro de 2001, peça indispensável do conjunto das presentes Diretrizes Curriculares Nacionais, homologado pelo Senhor Ministro da Educação, em 22 de fevereiro de 2002, resolve:

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País.

Art. 2º As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 5º Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada

^(*) CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

§ 1º Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

§ 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.

§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:

- I - Metodologia Científica e Tecnológica;
- II - Comunicação e Expressão;
- III - Informática;
- IV - Expressão Gráfica;
- V - Matemática;
- VI - Física;
- VII - Fenômenos de Transporte;
- VIII - Mecânica dos Sólidos;
- IX - Eletricidade Aplicada;
- X - Química;
- XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- XII - Administração;
- XIII - Economia;
- XIV - Ciências do Ambiente;
- XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

§ 2º Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada.

§ 3º O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:

- I - Algoritmos e Estruturas de Dados;
- II - Bioquímica;
- III - Ciência dos Materiais;
- IV - Circuitos Elétricos;
- V - Circuitos Lógicos;
- VI - Compiladores;
- VII - Construção Civil;
- VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos;
- IX - Conversão de Energia;
- X - Eletromagnetismo;
- XI - Eletrônica Analógica e Digital;
- XII - Engenharia do Produto;

XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho;
 XIV - Estratégia e Organização;
 XV - Físico-química;
 XVI - Geoprocessamento;
 XVII - Geotecnia;
 XVIII - Gerência de Produção;
 XIX - Gestão Ambiental;
 XX - Gestão Econômica;
 XXI - Gestão de Tecnologia;
 XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
 XXIII - Instrumentação;
 XXIV - Máquinas de fluxo;
 XXV - Matemática discreta;
 XXVI - Materiais de Construção Civil;
 XXVII - Materiais de Construção Mecânica;
 XXVIII - Materiais Elétricos;
 XXIX - Mecânica Aplicada;
 XXX - Métodos Numéricos;
 XXXI - Microbiologia;
 XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios;
 XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;
 XXXIV - Operações Unitárias;
 XXXV - Organização de computadores;
 XXXVI - Paradigmas de Programação;
 XXXVII - Pesquisa Operacional;
 XXXVIII - Processos de Fabricação;
 XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos;
 XL - Qualidade;
 XLI - Química Analítica;
 XLII - Química Orgânica;
 XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos;
 XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;
 XLV - Sistemas de Informação;
 XLVI - Sistemas Mecânicos;
 XLVII - Sistemas operacionais;
 XLVIII - Sistemas Térmicos;
 XLIX - Tecnologia Mecânica;
 L - Telecomunicações;
 LI - Termodinâmica Aplicada;
 LII - Topografia e Geodésia;
 LIII - Transporte e Logística.

§ 4º O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

Art. 7º A formação do engenheiro incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de

relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas.

Parágrafo único. É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento.

Art. 8º A implantação e desenvolvimento das diretrizes curriculares devem orientar e propiciar concepções curriculares ao Curso de Graduação em Engenharia que deverão ser acompanhadas e permanentemente avaliadas, a fim de permitir os ajustes que se fizerem necessários ao seu aperfeiçoamento.

§ 1º As avaliações dos alunos deverão basear-se nas competências, habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos tendo como referência as Diretrizes Curriculares.

§ 2º O Curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ARTHUR ROQUETE DE MACEDO
Presidente da Câmara de Educação Superior

ANEXO C - Resolução CNE/CES N° 2, DE 24 DE Abril de 2019



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO
CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR**

RESOLUÇÃO N° 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019 (*)

*Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do
Curso de Graduação em Engenharia.*

O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, no uso de suas atribuições legais, com fundamento no art. 9º, § 2º, alínea “e”, da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, com a redação dada pela Lei nº 9.131, de 25 de novembro de 1995, e nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), elaboradas pela Comissão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia), propostas ao CNE/CES pela Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior do Ministério da Educação (SERES/MEC), e com fundamento no Parecer CNE/CES nº 1/2019, homologado por Despacho do Senhor Ministro de Estado da Educação, publicado no DOU de 23 de abril de 2019, resolve:

**CAPÍTULO I
DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia), que devem ser observadas pelas Instituições de Educação Superior (IES) na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de Engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do país.

Art. 2º As DCNs de Engenharia definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), para aplicação, em âmbito nacional, na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES).

**CAPÍTULO II
DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO**

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

(*) Resolução CNE/CES 2/2019. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44.

VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:

a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;

b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;

II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:

a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.

b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;

c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.

d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos: a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;

b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;

c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:

a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.

b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;

c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;

d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;

e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;

V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:

a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;

VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares: a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;

b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;

c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;

d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);

e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;

VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:

a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; e

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação: a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender.

Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.

Art. 5º O desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso do curso de graduação em Engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação:

I - atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos (bens e serviços) e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os;

II - atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; e

III - atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.

CAPITULO III DA ORGANIZAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

Art. 6º O curso de graduação em Engenharia deve possuir Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Os projetos pedagógicos dos cursos de graduação em Engenharia devem especificar e descrever claramente:

I - o perfil do egresso e a descrição das competências que devem ser desenvolvidas, tanto as de caráter geral como as específicas, considerando a habilitação do curso;

II - o regime acadêmico de oferta e a duração do curso;

III - as principais atividades de ensino-aprendizagem, e os respectivos conteúdos, sejam elas de natureza básica, específica, de pesquisa e de extensão, incluindo aquelas de natureza prática, entre outras, necessárias ao desenvolvimento de cada uma das competências estabelecidas para o egresso;

IV - as atividades complementares que se alinhem ao perfil do egresso e às competências estabelecidas;

V - o Projeto Final de Curso, como componente curricular obrigatório;

VI - o Estágio Curricular Supervisionado, como componente curricular obrigatório;

VII - a sistemática de avaliação das atividades realizadas pelos estudantes;

VIII - o processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso que contemple os instrumentos de avaliação das competências desenvolvidas, e respectivos conteúdos, o processo de diagnóstico e a elaboração dos planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a governança do processo;

§ 1º É obrigatória a existência das atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso.

§ 2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências,

estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola.

§ 3º Devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente.

§ 4º Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas.

§ 5º Os planos de atividades dos diversos componentes curriculares do curso, especialmente em seus objetivos, devem contribuir para a adequada formação do graduando em face do perfil estabelecido do egresso, relacionando-os às competências definidas.

§ 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

§ 7º Devem ser implementadas as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências.

§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras.

§ 9º É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos.

§ 10 Recomenda-se a promoção frequente de fóruns com a participação de profissionais, empresas e outras organizações públicas e privadas, a fim de que contribuam nos debates sobre as demandas sociais, humanas e tecnológicas para acompanhar a evolução constante da Engenharia, para melhor definição e atualização do perfil do egresso.

§ 11 Devem ser definidas as ações de acompanhamento dos egressos, visando à retroalimentação do curso.

§ 12 Devem ser definidas as ações de ensino, pesquisa e extensão, e como contribuem para a formação do perfil do egresso.

Art. 7º Com base no perfil dos seus ingressantes, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) deve prever os sistemas de acolhimento e nivelamento, visando à diminuição da retenção e da evasão, ao considerar:

I - as necessidades de conhecimentos básicos que são pré-requisitos para o ingresso nas atividades do curso de graduação em Engenharia;

II - a preparação pedagógica e psicopedagógica para o acompanhamento das atividades do curso de graduação em Engenharia; e

III - a orientação para o ingressante, visando melhorar as suas condições de permanência no ambiente da educação superior.

Art. 8º O curso de graduação em Engenharia deve ter carga horária e tempo de integralização, conforme estabelecidos no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), definidos de acordo com a Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de junho de 2007.

§ 1º As atividades do curso podem ser organizadas por disciplinas, blocos, temas ou eixos de conteúdos; atividades práticas laboratoriais e reais, projetos, atividades de extensão e pesquisa, entre outras.

§ 2º O Projeto Pedagógico do Curso deve contemplar a distribuição dos conteúdos na carga horária, alinhados ao perfil do egresso e às respectivas competências estabelecidas, tendo como base o disposto no *caput* deste artigo

§ 3º As Instituições de Ensino Superior (IES), que possuam programas de pós-graduação *stricto sensu*, podem dispor de carga horária, de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso, para as atividades acadêmicas curriculares próprias, que se articulem à pesquisa e à extensão.

Art. 9º Todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.

§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; e Química.

§ 2º Além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no Projeto Pedagógico do Curso os conteúdos específicos e profissionais, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas.

§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de Física, Química e Informática.

Art. 10. As atividades complementares, sejam elas realizadas dentro ou fora do ambiente escolar, devem contribuir efetivamente para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso.

Art. 11. A formação do engenheiro inclui, como etapa integrante da graduação, as práticas reais, entre as quais o estágio curricular obrigatório sob supervisão direta do curso.

§ 1º A carga horária do estágio curricular deve estar prevista no Projeto Pedagógico do Curso, sendo a mínima de 160 (cento e sessenta) horas.

§ 2º No âmbito do estágio curricular obrigatório, a IES deve estabelecer parceria com as organizações que desenvolvam ou apliquem atividades de Engenharia, de modo que docentes e discentes do curso, bem como os profissionais dessas organizações, se envolvam efetivamente em situações reais que contemplem o universo da Engenharia, tanto no ambiente profissional quanto no ambiente do curso.

Art. 12. O Projeto Final de Curso deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro.

Parágrafo único. O Projeto Final de Curso, cujo formato deve ser estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso, pode ser realizado individualmente ou em equipe, sendo que, em qualquer situação, deve permitir avaliar a efetiva contribuição de cada aluno, bem como sua capacidade de articulação das competências visadas.

CAPÍTULO IV DA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

Art. 13. A avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências.

§ 1º As avaliações da aprendizagem e das competências devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas.

§ 2º O processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e às atividades do curso, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.

§ 3º O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe.

CAPÍTULO V DO CORPO DOCENTE

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso.

CAPÍTULO VI DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 15. A implantação e desenvolvimento das Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia devem ser acompanhadas, monitoradas e avaliadas pelas Instituições de Ensino Superior (IES), bem como pelos processos externos de avaliação e regulação conduzidos pelo Ministério da Educação (MEC), visando ao seu aperfeiçoamento.

Art. 16. Os cursos de Engenharia em funcionamento têm o prazo de 3 (três) anos a partir da data de publicação desta Resolução para implementação destas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Parágrafo único. A forma de implementação do novo Projeto Pedagógico do Curso, alinhado a estas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia poderá ser gradual, avançando-se período por período, ou imediatamente, com a devida anuência dos alunos

Art. 17. Os instrumentos de avaliação de curso com vistas à autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento, devem ser adequados, no que couber, a estas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Art. 18. Esta Resolução entra em vigor a partir da data de sua publicação, revogadas a Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 e demais disposições em contrário.

ANTONIO DE ARAUJO FREITAS JÚNIOR