



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO**

Sergio Luiz Gargioni

**MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA PARA
PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA BASEADO EM COMPETÊNCIAS DIGITAIS
PARA ATENDER A DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA TRANSFORMAÇÃO
DIGITAL**

Florianópolis – SC
2023

Sergio Luiz Gargioni

**MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA PARA
PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA BASEADO EM COMPETÊNCIAS DIGITAIS
PARA ATENDER A DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA TRANSFORMAÇÃO
DIGITAL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Professor Neri dos Santos, Dr. Ing.

Coorientador: Professor Gregório Jean Varvakis Rados, Dr. Ing.

Florianópolis – SC
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gargioni, Sergio Luiz

Modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia baseado em competências digitais para atender desafios e oportunidades da transformação digital / Sergio Luiz Gargioni ; orientador, Neri dos Santos, coorientador, Gregorio Jean Varvakis Rados, 2023.

425 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Educação em engenharia. 3. Educação digital. 4. Aprendizagem por competência. 5. Transformação digital na educação. I. dos Santos, Neri. II. Rados, Gregorio Jean Varvakis. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Sergio Luiz Gargioni

Modelo Operacional de Educação Continuada para Profissionais de Engenharia baseado em Competências Digitais para atender a Desafios e Oportunidades da Transformação Digital

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta dos seguintes membros:

Professor Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Eduardo Moreira da Costa, Dr. PhD.
Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Orestes Estevam Alarcon, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Mario Neto Borges, PhD
Universidade Federal de São João Del Rei

Professor Álvaro Toubes Prata, PhD
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Professor Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr. Eng.
Coordenador do Programa

Professor Neri dos Santos, Dr. Ing.
Orientador

Florianópolis, 1º de agosto de 2023.

Dedico à minha mãe Arcila Itália Maria Pagnoncelli Gargioni (*in memoriam*) e ao meu neto
Giuliano Gargioni Corrêa.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos muito especiais ao orientador Professor Neri dos Santos pela sua sabedoria, dedicação e pela parceria; aos colegas do doutorado Ricardo Alexandre Diogo e Ricardo Pereira pelo suporte; à bolsista pós-doc Tania Regina Rauen e às alunas Jéssica Farias Pereira, Bruna Carpes de Freitas, Maria Eduarda Perosa e Giulia Platt Maffezzolli pela contribuição efetiva na construção deste trabalho.

À minha filha Paula pelo estímulo e inspiração e, especialmente, à minha esposa Maria Cacilda pela paciência e tolerância.

Igualmente, agradeço à banca pela inestimável contribuição de cada um dos membros, todos com destacadas carreiras científicas e administrativas em organizações brasileiras e internacionais, avalizando e valorizando sobremaneira este trabalho aqui apresentado.

Por fim, agradeço a todos os professores, funcionários e líderes dirigentes que construíram e sustentam esse patrimônio nacional de inestimável valor, a Universidade Federal de Santa Catarina, que me proporcionou, orgulhosamente, o título de Engenheiro Mecânico em 1971, depois de professor do Departamento de Engenharia Mecânica a partir de 1972 e, agora, de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Faço esse agradecimento homenageando o saudoso professor Caspar Erich Stemmer.

RESUMO

GARGIONI, Sergio Luiz. Modelo Operacional de Educação Continuada para Profissionais de Engenharia baseado em Competências Digitais para atender a Desafios e Oportunidades da Transformação Digital. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

Este trabalho de tese apresenta um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia atuantes no mercado e para estudantes regulares em final do curso de graduação, como extensão ou disciplinas optativas, com foco na abordagem de Transformação Digital e baseado nos conceitos contemporâneos e atuais de aprendizagem por competências digitais, exigidas pelo mundo empresarial. Isso será alcançado por meio da oferta de um programa de educação continuada (*lifelong learning*), que combina o ambiente universitário com o ambiente empresarial. A pesquisa é baseada em um estudo de caso de uma disciplina-referência do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina e suas possibilidades de atualização pedagógica. A fundamentação teórica inclui os fundamentos da “Educação em Engenharia”, “Aprendizagem por Competências”, “Transformação Digital na Educação”, assim como a abordagem da “Aprendizagem por Competências” e os conceitos de “Competência Digital”. Além disso, este trabalho considera as Diretrizes Curriculares Nacionais, que preveem a estruturação dos cursos de engenharia em uma estrutura curricular por competências e a adoção de metodologias de aprendizagem ativas, como a resolução de problemas, o desenvolvimento de projetos e o enfrentamento de desafios. Apesar dos muitos estudos já realizados sobre os diferentes temas relacionados, não foi encontrada, na revisão da literatura efetuada, uma proposta efetiva para a educação continuada de profissionais de engenharia exigidos pelo segmento empresarial de um modo geral. Isso motivou a investigação das seguintes questões de pesquisa neste trabalho: Quais competências um profissional de engenharia deve possuir para atender às oportunidades de exercício profissional e os desafios da indústria e demais organizações? Quais são os processos pedagógicos de ensino e aprendizagem que devem ser considerados para a modelagem de um curso de aperfeiçoamento na modalidade híbrida que atenda às exigências desse mercado? Os procedimentos metodológicos deste trabalho de pesquisa estão baseados no *Design Science Research* (DSR), utilizando-se dois modelos conceituais de referência, em termos de “objetos de aprendizagem” e em termos de “objetos de conhecimento”, que não são atendidos pelo curso regular de Engenharia da UFSC, que é usado, também, como estudo de caso sumário, juntamente com outros nacionais e internacionais. O levantamento dos dados foi realizado por meio de questionários e de entrevistas semiestruturadas, incluindo alunos, professores, profissionais egressos já atuantes no mercado, bem como dirigentes seniores de empresas empregadoras de engenheiros e profissionais de referência. Como resultado, é proposto um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia já formados e complementar à formação dos alunos de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina ou de outras instituições de ensino superior, baseado em competências digitais para atender aos desafios e oportunidades da transformação digital.

Palavras-chave: Educação em Engenharia; Aprendizagem por Competências; Transformação Digital na Educação; Educação Digital; Competências Digitais.

ABSTRACT

GARGIONI, Sergio Luiz. Operational Model of Continuing Education for Engineering Professionals based on Digital Competencies to Address the Challenges and Opportunities of Digital Transformation. 2023. Ph.D. Thesis (Engineering and Knowledge Management) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

This thesis presents an operational model of continuing education for engineering professionals in the market and for regular students nearing the end of their undergraduate programs, as an extension or elective courses, with a focus on the approach of Digital Transformation based on contemporary and current concepts of digital competency-based learning required by the business world. This will be achieved through the provision of a lifelong learning program that combines the university environment with the business environment. The research is based on a case study of a reference discipline in the Mechanical Engineering course at the Federal University of Santa Catarina and its possibilities for pedagogical updating. The theoretical foundation includes the fundamentals of "Engineering Education," "Competency-Based Learning," "Digital Transformation in Education," as well as the approach of "Competency-Based Learning" and the concepts of "Digital Competency." Additionally, this work considers the National Curriculum Guidelines, which foresee the structuring of engineering courses in a competency-based curriculum structure and the adoption of active learning methodologies such as problem-solving, project development, and facing challenges. Despite the many studies already conducted on the different related topics, an effective proposal for the continuing education of engineering professionals required by the business sector in general was not found in the literature review carried out. This motivated the investigation of the following research questions in this work: What competencies should an engineering professional possess to meet the opportunities for professional practice and the challenges of the industry and other organizations? What are the pedagogical teaching/learning processes that should be considered for modeling a hybrid improvement course that meets the requirements of this market? What criteria should be considered for selecting one or a set of pilot disciplines? The methodological procedures of this research work are based on Design Science Research (DSR), using two conceptual reference models in terms of "learning objects" and "knowledge objects" that are not covered by the regular engineering course at UFSC, which is also used as a brief case study, along with others from national and international sources. Data collection was conducted through questionnaires and semi-structured interviews, including students, professors, alumni professionals already working in the market, as well as senior executives from engineering employers. As a result, an operational model of continuing education for engineering professionals who have already graduated is proposed, complementing the education of engineering students at the Federal University of Santa Catarina or other higher education institutions, based on digital competencies to address the challenges and opportunities of digital transformation.

Keywords: Engineering Education; Competency-Based Learning; Digital Transformation in Education; Digital Education; Digital Competencies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contextos possíveis para o ensino de engenharia (*)	18
Figura 2 – “A corrida entre tecnologia e educação” (tradução livre).....	22
Figura 3 – Tendências da Transformação Digital nos diferentes setores da atividade humana	25
Figura 4 – Estratégia de revisão bibliográfica adotada	38
Figura 5 – Nuvem das palavras-chave encontradas nas bases de dados	44
Figura 6 – Artigos alinhados com o tema.....	44
Figura 7 – Divisão das competências para a vida profissional (competências específicas e transferíveis).....	55
Figura 8 – A Perspectiva da Transformação Digital	68
Figura 9 – Benefícios da Transformação Digital na Educação	69
Figura 10 – Áreas principais do DigComp 2.0.....	81
Figura 11 – Modelo conceitual de referência (DigComp 2.2).....	82
Figura 12 – As competências digitais fazem parte das competências-chave	83
Figura 13 – Procedimento Metodológico Proposto.....	87
Figura 14 – Etapas do DSR	93
Figura 15 – Matriz SWOT – Curso de Engenharia Mecânica da UFSC.....	95
Figura 16 – Distribuição dos estudantes respondentes do questionário, por grau de completude do curso, Versão 1	116
Figura 17 – Distribuição dos estudantes respondentes ao questionário, por grau de completude do curso, Versão 2	117
Figura 18 – Quantidade de alunos que já pensou em abandonar ou mudar de curso.....	117
Figura 19 – Percepção dos alunos sobre para o que curso os está preparando.....	118
Figura 20 – Satisfação dos alunos quanto à atenção dada durante o curso para determinados aspectos.....	118
Figura 21 – Experiências extraclasse realizadas por cada aluno	119
Figura 22 – Concordância parcial ou total com as afirmações relativas ao currículo	121
Figura 23 – Discordância parcial ou total com as afirmações relativas a currículo (score final menor que 3).....	124
Figura 24 – Concordância parcial ou total com as afirmações relativas às competências mencionadas nas novas DCNs.....	125
Figura 25 – Discordância parcial ou total com as afirmações relativas às competências mencionadas nas novas DCNs.....	127
Figura 26 – Comparação Versão 2 versus Versão 1 (melhora).....	129
Figura 27 – Perfil da etapa atual na graduação dos respondentes	136
Figura 28 – Perfil de faculdade cursada pelos estudantes	137

Figura 29 – Percentual de tempo dos docentes atualmente disponibilizado para as principais funções no departamento	155
Figura 30 – Tecnologias aplicadas às disciplinas do EMC.	159
Figura 31 – Tipos de atividades aplicadas pelos docentes em sala de aula.....	160
Figura 32 – Relevância das razões para atender aos cursos de aperfeiçoamento oferecidos pelo EMC/UFSC	162
Figura 33 – Reusabilidade dos objetos digitais de aprendizagem	176
Figura 34 – Inferência “Analisar” no Modelo Conceitual de Referência.....	179
Figura 35 – Inferência “Ensinar” do Modelo Conceitual de Referência.....	180
Figura 36 – Inferência “Medir” do Modelo Conceitual de Referência	180
Figura 37 – Modelo Operacional de educação continuada para profissionais de engenharia	181
Figura 38 – Modelo operacional para a construção da estrutura curricular de educação continuada.....	182
Figura 39 – Educação Digital Modular	183
Figura 40 – Estrutura modular dos objetos de conhecimento	190
Figura 41 – Escalonamento em níveis dos elementos de competências.....	191
Figura 42 – Integração dos elementos de competência em Módulos Curriculares por meio da Modularização	192

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características de educação continuada complementar no formato modular.....	27
Quadro 2 – Dissertações do EGC relacionadas ao tema da presente tese	34
Quadro 3 – Teses e Dissertações do PPGEGC que usaram o método DSR.....	35
Quadro 4 – Filtros para a seleção dos artigos.....	39
Quadro 5 – Artigos das bases de dados da CAPES e da plataforma Elicit	40
Quadro 6 – Comparação entre DCNs de 2002 e DCNs de 2019.....	50
Quadro 7 – Competências Esperadas do Engenheiro.....	50
Quadro 8 – Pontos de entrada das tecnologias digitais nos sistemas educacionais.....	71
Quadro 9 – Tecnologias de ponta selecionadas e aplicadas em educação	72
Quadro 10 – PIMs selecionados pelo Edital n. 23/2018, da CAPES-Fulbright	74
Quadro 11 – Questionários aplicados aos alunos	115
Quadro 12 – Detalhes sobre as competências, as habilidades e os conhecimentos esperados nessas disciplinas.....	148
Quadro 13 – Detalhes sobre a metodologia e o método de avaliação usados nessas disciplinas	149
Quadro 14 – Grupo de Dirigentes e Especialistas	164
Quadro 15 – Matriz de integração entre os objetos de conhecimento e os objetos de aprendizagem.....	178
Quadro 16 – Mapeamento das Competências Digitais, segundo o modelo conceitual DigComp 2.2.	186
Quadro 17 – Matriz de Dupla Entrada.....	187
Quadro 18 – Exemplo de uma Matriz de Dupla Entrada	188
Quadro 19 – Exemplo de uma Estrutura Curricular por Competências Digitais	192
Quadro 20 – Exemplo de uma Estrutura Curricular por Competências Digitais	194
Quadro 21 – Exemplo de uma Estrutura Curricular de Dupla Entrada por Competências Digitais	196
Quadro 22 – Exemplo simplificado de preenchimento de algumas das 21 Competências Digitais	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1 (melhora)	128
Tabela 2 – Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1 (piora)	130
Tabela 3 – Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1 (moda).....	131
Tabela 4 – Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1 (mediana)	133
Tabela 5 – Disciplinas obrigatórias da Engenharia Mecânica da UFSC que usam majoritariamente metodologias ativas de ensino e aprendizagem.....	141

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	28
1.2.1 Objetivo Geral	28
1.2.2 Objetivos Específicos	28
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	29
1.3.1 Relevância da Pesquisa.....	30
1.3.2 Ineditismo da Pesquisa	32
1.4 LIMITAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	32
1.5 ADERÊNCIA DA PESQUISA AO PPGEGC	33
1.6 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE TESE	36
1.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO 1	37
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	38
2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PRELIMINAR	38
2.2 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA	45
2.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM COMPETÊNCIAS	54
2.4 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA EDUCAÇÃO	64
2.5 EDUCAÇÃO DIGITAL	70
2.6 COMPETÊNCIAS DIGITAIS.....	78
2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO 2	85
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	87
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	87
3.2 A NATUREZA DA PESQUISA.....	88
3.3 O PARADIGMA DA PESQUISA	88
3.4 O MÉTODO DA PESQUISA	88
3.5 A ABORDAGEM DA PESQUISA	89
3.5.1 Etapa 1 – Identificação do problema e sua Motivação.....	90
3.5.2 Etapa 2 – Definição dos Objetivos	90
3.5.3 Etapa 3 – Projetar e Desenvolver	91
3.5.4 Etapas 4 e 5 – Demonstração e Avaliação.....	91
3.5.5 Etapa 6 – Comunicação	93
3.6 TÉCNICAS DE PESQUISA UTILIZADAS	94
3.7 ESTUDO DE CASO: ANÁLISE SWOT DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC.....	95

3.7.1 As Forças no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC	95
3.7.2 As Fraquezas no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC.....	97
3.7.3 As Oportunidades no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC	98
3.7.4 As Ameaças no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC	99
3.8 ESTUDOS DE CASOS SUMÁRIOS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA EM UNIVERSIDADES, NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE REFERÊNCIA.....	101
3.8.1 Singapore University of Technology and Design (Singapore).....	103
3.8.2 University College London (Inglaterra)	104
3.8.3 Charles Sturt University (Austrália).....	105
3.8.4 TU Delft (Holanda)	106
3.8.5 Engenharia Mecânica da Aalborg University (Dinamarca)	106
3.8.6 Engenharia Mecânica do INSPER (São Paulo, Brasil)	107
3.8.7 Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Curitiba, Brasil)	108
3.8.8 Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Catarina	110
3.9 COLETA DE DADOS	111
3.9.1 Instrumentos de Coleta de Dados	111
3.9.2 População e Amostra da Pesquisa	112
3.10 SÍNTESE DO CAPÍTULO 3	113
4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	115
4.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS ESTUDANTES	115
4.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DETALHADA DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO – VERSÃO 1	116
4.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DETALHADA DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO – VERSÃO 2	128
4.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE PESQUISA DE INTERESSE PROFISSIONAL	135
4.5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OFERTADAS	140
4.6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS OFERTADAS.....	143
4.7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OPTATIVAS OFERTADAS	145
4.8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS COM OS PROFESSORES	154
4.9 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS COM EGRESSOS	160

4.10 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS REALIZADAS COM GRUPO DE ESPECIALISTAS DE EMPRESAS.....	164
4.11 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO NOVO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC	171
4.12 O PROJETO-PILOTO	172
4.13 SÍNTESE DO CAPÍTULO 4	173
5 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA PARA PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA	175
5.1 MODELOS CONCEITUAIS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS PARA A CONCEPÇÃO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA.....	176
5.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA.....	182
5.2.1 Mapeamento dos Elementos de Competências Digitais.....	184
5.2.2 Formalização da Estrutura Curricular por Competências Digitais.....	187
5.2.3 Modularização da Estrutura Curricular por Competências Digitais.....	188
5.2.4 Estrutura Curricular por Competências Digitais	190
5.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO 5	197
6 CONCLUSÕES.....	199
6.1 A TESE E SEUS OBJETIVOS	199
6.2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DA TESE.....	201
6.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	202
6.4 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	202
REFERÊNCIAS	205
ANEXO A – ÁREAS, COMPETÊNCIAS E ELEMENTOS DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS (CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES) A SEREM ADQUIRIDOS PELOS FUTUROS ENGENHEIROS	229
ANEXO B – CURRÍCULO EMC-2006.1.....	249
ANEXO C – NOVA GRADE CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC	274
APÊNDICE A – VERSÃO 1 DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS REGULARES DO EMC.....	275
APÊNDICE B – VERSÃO 2 DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS REGULARES DO EMC	293
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS EX-ALUNOS DO EMC	316
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DO EMC	320
APÊNDICE E – PESQUISA DE INTERESSE PROFISSIONAL – ESTUDANTES DE ENGENHARIA DA UFSC	331

APÊNDICE F – RELATÓRIO DA DISCIPLINA EMC-6200 – CONSTRUINDO CARREIRA EM ENGENHARIA.....	353
APÊNDICE G – RELATÓRIO DA DISCIPLINA PROJETO DE SISTEMAS DE QUALIDADE.....	386

1 INTRODUÇÃO

Esta introdução apresenta uma visão geral da tese, abordando a contextualização e a definição do problema, os objetivos, a justificativa da pesquisa, a delimitação e limitação da pesquisa, a aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) e a estrutura da tese.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa abordado nesta tese, relacionado ao sistema tradicional de educação em engenharia, tem existido há décadas. Esse problema acumulou mais estudos e análises do que qualquer outro campo da educação profissional. Tanto na academia como em outros lugares, há debates incessantes sobre o currículo, a relação entre teoria e prática, a duração do curso e a natureza e estrutura dos cursos de graduação em engenharia em geral (NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2005).

De fato, durante grande parte do século XX, os programas de educação em engenharia ofereciam aos alunos muita prática. Engenheiros talentosos e experientes ensinavam cursos focados na solução de problemas tangíveis. No entanto, à medida que o século XX avançava e o conhecimento científico e técnico se expandia rapidamente, a educação em engenharia evoluiu para o ensino da ciência da engenharia, diminuindo cada vez mais a ênfase na prática. Como resultado, a indústria descobriu nos últimos anos que os alunos de graduação, embora teoricamente aptos, carecem de muitas competências necessárias em situações de engenharia do mundo real (CRAWLEY *et al.*, 2011).

Como a teoria do conhecimento salienta, o “conhecimento” é adquirido pela razão e pela experiência (BURGIN, 2017). A teoria do conhecimento é a base para uma pesquisa preocupada com a natureza, as condições e/ou os primeiros princípios do conhecimento e, também, de acordo com alguns autores (BASTIAN *et al.*, 2020; HENLY; SPRAGUE, 2020; HEYDORN; JESUDASON, 2013; SHIEBER, 2019; SPRAGUE, 2014) com o valor da verdade, ou confiabilidade, do conhecimento em geral.

Entretanto, no sistema tradicional atual de educação em engenharia, ela ficou restrita ao 1º quadrante (superior esquerdo) da Figura 1, apenas para a razão, com aulas expositivas teóricas tradicionais, sem a aquisição de conhecimentos pela experiência prática, que poderia ser desenvolvida em laboratórios e em realidades virtuais, que as tecnologias digitais hoje

propiciam, com uma aprendizagem de forma imersiva e ativa, que está representada no 4º quadrante da figura (inferior direito) (SANTOS, 2023).

Figura 1 – Contextos possíveis para o ensino de engenharia (*)



(*) quadrante [1] superior esquerdo; [2] superior direito; [3] inferior esquerdo; [4] inferior direito.
Fonte: Santos (2023)

De fato, a experiência prática ficou restrita, praticamente, ao estágio profissional obrigatório e às atividades de extensão como empresa juniores e equipes de competição, nas quais os alunos têm a oportunidade de adquirir algum conhecimento da prática profissional da engenharia.

Da mesma forma, a gestão do conhecimento salienta que o “conhecimento” pode ser explícito ou tácito. Enquanto o primeiro é de natureza declarativa, que nos permite entender e compreender uma determinada realidade, o segundo é de natureza procedural, que nos permite agir sobre esta realidade (SANTOS; VARVAKIS, 2020).

Portanto, a formação atual dos engenheiros deixa a desejar, em termos de conhecimento, e uma série de questões foi listada para incentivar as escolas de engenharia a atenderem às necessidades do mundo real e a repensarem suas estratégias educacionais (ABIKO *et al.*, 2015).

Pesquisadores, de diferentes países, têm abordado esse problema em vários estudos (ETTER; BORDOGNA, 1994; FELDER *et al.*, 2000; KATEHI *et al.*, 2004; MIZDAIL, 2004; HAGHIGHI, 2005; NATARAJAN, 2008; BORREGO; FROYD; HALL, 2010; GATTIE *et al.*, 2011; FELDER, 2012; CHENG; TSAI, 2013; MORRIS; McADAMS, 2015; DONG; LIU, 2017; LEMAÎTRE, 2017; ABELSON, 2018; OSIPOVA; GAFUROVA; OSIPOV, 2018;

KHATSRINOVA; BARBARANOVA; KHATSRINOVA, 2019; MITCHELL; ROGERS, 2020; BASAVAIH; ANTHONY; PATIL, 2021; SUN, 2020, evidenciando exaustivamente as deficiências no ensino de engenharia e, salientando, que é preciso fortalecer os fundamentos conceituais e teóricos da engenharia, ensinar mais sobre projetos de engenharia do “mundo real”, incluindo gestão da qualidade, gestão do conhecimento e gestão da inovação; incorporar mais conteúdos em áreas de fronteira da engenharia, como a Indústria 4.0; oferecer mais e melhor instrução em competências de comunicação oral e escrita e competências de trabalho em equipe; fornecer capacitação para o desenvolvimento de competências de pensamento crítico e criativo e métodos de resolução de problemas; formar graduados familiarizados com a ética da engenharia e as conexões entre tecnologia e sociedade; e envolver os alunos para o aprendizado eficaz em sala de aula; e reduzir o número de horas no currículo de engenharia para que o aluno médio possa concluí-lo em quatro anos.

Essa é uma lista de desejos impressionante, mas não exaustiva – especialmente quando o último item está incluído – que não pode ser cumprida usando a abordagem de educação de engenheiros que predominou nos últimos 50 anos. Se, por exemplo, os cursos continuarem sendo disciplinares (mecânica dos sólidos, mecânica dos fluidos, termodinâmica, transferência de calor e massa, vibrações e ruídos, materiais de engenharia, elementos de máquinas, usinagem de materiais, soldagem, entre outras), seria necessário um currículo de seis ou sete anos para formar engenheiros que tenham a proficiência desejada nos fundamentos e estejam familiarizados com os métodos da prática de engenharia contemporânea (CARMICHAEL, 2004).

Além disso, se os alunos receberem apenas problemas pedagógicos convergentes, bem definidos disciplinarmente, eles nunca adquirirão as competências necessárias para enfrentar e resolver problemas desafiadores, multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares, que exigem pensamento sistêmico, computacional, analítico, crítico e criatividade, que só uma aprendizagem baseada em competências, com atividades pedagógicas ativas, envolvendo aprendizagem baseada em desafios (CBL), aprendizagem baseada em resolução de problemas (PBL) e aprendizagem baseada em desenvolvimento de projetos (PjBL) pode oferecer (MIECZYSLAW; PAWEL, 2018).

Finalmente, mesmo que nada de novo seja acrescentado ao currículo existente, confiná-lo a quatro anos será quase impossível, a menos que sejam encontradas maneiras mais eficientes e eficazes de cobrir o conteúdo a ser ministrado.

A realidade é que existem melhores métodos de ensino. A literatura em educação geral, educação técnica e psicologia educacional está repleta de métodos que demonstraram facilitar

o aprendizado de forma mais eficaz do que a abordagem tradicional de aulas teóricas de disciplina única (OMELICHEVA; OLGA, 2008).

Infelizmente, esses desenvolvimentos tiveram, até agora, relativamente pouco impacto no ensino regular de engenharia. Embora seu conteúdo tenha mudado em alguns aspectos e os alunos usem calculadoras e computadores em vez de régua de cálculo, muitas disciplinas de engenharia em 2023 são ministradas exatamente da mesma maneira que as disciplinas de engenharia eram ministradas no período 1967-1971, quando eu fiz o meu curso de graduação em Engenharia Mecânica.

Mais recentemente, estudos têm sido realizados no contexto da transformação digital na educação em engenharia (GAIWORONSKII; KUTUZOV; MININA, 2017; CHUCHALIN, 2018; BLOCK, 2018; SALINAS-NAVARRO; RONDERO, 2020; ALEKSANDROV; TSVETKOV; ZHILEYKIN, 2020; MAKAROVA *et al.*, 2020; TABORDA *et al.*, 2021; MAKSIMOVIC; DAVIDOVIC, 2022; KARSTINA, 2022; MONISHA; VALANTEENA, 2022) e mencionam alguns exemplos específicos dos problemas enfrentados no sistema tradicional de educação em Engenharia, realizando análises comparativas com sistemas educacionais de diferentes países, o que permite entender os prós e contras de cada abordagem, e que possibilita, também, discutir algumas soluções propostas para os problemas identificados no sistema tradicional de educação em engenharia, incluindo inovações pedagógicas, mudanças estruturais nos programas de graduação, ou uma maior ênfase na experiência prática.

Uma ênfase particular tem sido dada à introdução de tecnologias digitais na educação (SULEIMAN; DANMUCHIKWALI, 2020), particularmente em relação à transformação digital na educação (LATIFAH; BUDIYANTO; SAPUTRO, 2022) e à mudança para a aprendizagem digital, que devem ser discutidas como fatores que estão transformando a educação em Engenharia (DIOGO, 2023).

Da mesma forma, conforme definido pelas Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia (DCNs), em seu artigo 4º, “O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais [...]” e, no Parágrafo único deste artigo, salienta-se que: “Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso [...]”, que alinhadas à transformação digital na educação, que está em curso, e com a Lei n. 14.533/2023, que instituiu a Política Nacional de Educação Digital, a qual define em seu artigo 3º que “O eixo Educação Digital Escolar tem como objetivo garantir a inserção da educação digital nos ambientes escolares, em todos os níveis e modalidades, a partir do estímulo ao letramento digital e informacional e à aprendizagem de computação, de programação, de robótica e de

outras competências digitais [...]”, evidenciam a necessidade de incorporar as competências digitais na formação dos futuros engenheiros. Enfim, alguns estudos salientam as perspectivas dos estudantes, como eles veem o sistema tradicional de educação em Engenharia e quais as melhorias que eles gostariam de ver implementadas (TINAJERO-VILLAVICENCIO; PÉREZ-FRAGOSO, 2015).

De fato, a aprendizagem baseada em competências, conforme prevista nas novas DCNs dos cursos de engenharia, consiste em um formato de ensino disruptivo que eleva os estudantes de um nível de aprendizagem rígido e tradicionalmente engessado para um formato que se baseia na demonstração, pelo aluno, dos resultados de aprendizagem desejados.

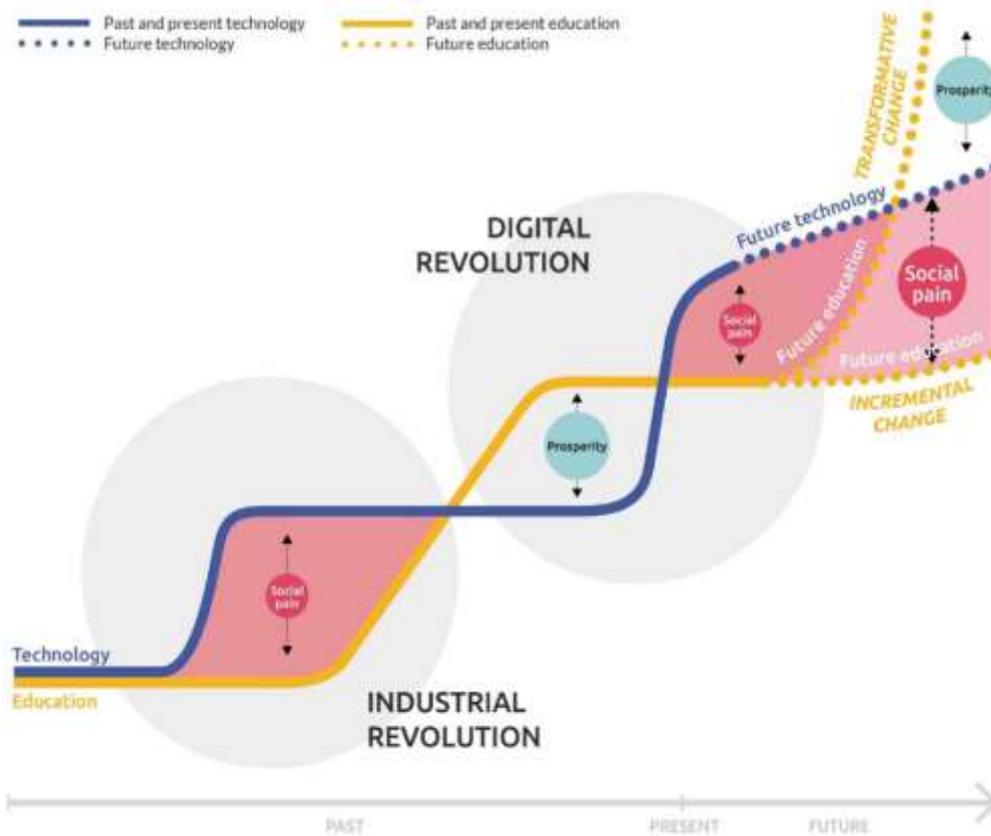
O sistema tradicional de educação em engenharia trabalha com uma abordagem de ensino uniforme e padronizada, não considerando o perfil cognitivo inerente a cada aluno. Um dos principais problemas é que, nesse modelo, o ensino de engenharia é visto como um percurso de superação de fases, da primeira à décima fase, nas quais, à medida que o estudante avança pelas “fases letivas”, ele se prepara para a próxima, em um modelo *pipeline*, modelo fábrica linear, no qual as competências que o futuro profissional de engenharia deveria adquirir acabam sendo “postergadas” pelo formato tradicional de ensino.

Ou seja, devido à abordagem engessada de conteúdos predefinidos e à transmissão de conteúdo baseada em aulas expositivas, os alunos acabam não tendo “tempo”, nem espaço, para desenvolver as competências importantes para as etapas seguintes de aprendizagem que o engenheiro do novo milênio precisa adquirir (BRASIL, 2019b).

O debate sobre o “engenheiro do novo milênio” tornou-se intenso já na década de 1990, e as mudanças que começaram a ser entendidas como necessárias ainda teriam longo caminho a percorrer. Contudo, já então se mencionava frequentemente termos como “metodologias ativas de aprendizagem”, “*soft skills*” e “aprendizagem centrada no estudante” (MAKAROVA, *et al.*, 2020).

Entretanto, a transformação digital na educação não é privilégio de uma área específica de conhecimento, formação profissional ou geografia. A defasagem entre a evolução tecnológica e a educação é um fenômeno universal como mostra a Figura 2 (“*The race between technology and education*”, em inglês).

Figura 2 – “A corrida entre tecnologia e educação” (tradução livre)



Fonte: Goldin e Katz (2010)

Nesta figura, Goldin e Katz (2010) procuram salientar que a corrida entre tecnologia e educação pode ser decidida em favor da tecnologia, se a educação não conseguir acompanhar o ritmo acelerado da mudança tecnológica nos próximos anos.

Atualmente, entende-se que os próximos líderes mundiais no ensino de engenharia serão impulsionados por investimentos governamentais e tenderão a ter currículos socialmente relevantes e focados nos estudantes em um ambiente integrado e multidisciplinar, capaz de atingir grandes quantidades de estudantes – com cada vez mais diversidade nesses grupos (GRAHAM, 2018; STOAKLEY; BROWN; MATHEE, 2017).

A necessidade de mudança dos currículos dos cursos adquiriu data definida no Brasil com a publicação das Novas Diretrizes Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) publicadas em 2019 (BRASIL, 2019a).

Segundo o Parecer Homologado dessas diretrizes (BRASIL, 2019a), o Brasil carece de engenheiros. São 4,8 engenheiros para cada 10 mil habitantes, contra 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes na Coreia, Rússia, Áustria e Finlândia. Ainda, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm elevados índices de evasão, além do decréscimo do número de candidatos inscritos e ingressantes desde 2014, após a recessão econômica brasileira. Enquanto em 2016

dados das inscrições para o vestibular UFSC 2016 mostram a relação de 32,42 candidatos por vaga na Engenharia Mecânica, em 2022 essa mesma relação foi de 3,27, índice nunca visto até aqui. Em 2017, menos de 50% das vagas ofertadas para os cursos de engenharia, de curso presencial, foram preenchidas no Brasil (BRASIL, 2019a). Portanto, as novas DCNs visam à modernização dos cursos de engenharia com foco no estudante, em uma aprendizagem baseada em competências, integração empresa-escola, valorização da inter e da transdisciplinaridade e do professor como condutor de mudanças dentro e fora de sala de aula (BRASIL, 2019a).

A aprendizagem baseada em competências, ou aprendizagem por competências, configura-se como um formato de ensino no qual se promove o conhecimento por intermédio da demonstração, pelo aluno, dos resultados de aprendizagem desejados. Na aprendizagem por competências, o aluno aprende fazendo, em seu próprio ritmo, e se concentra mais no domínio do conhecimento e de habilidades valiosas. Não se trata de expor o conteúdo de forma passiva e empurrar o conhecimento para os alunos. Ao contrário, a aprendizagem por competências garante que os alunos “puxem” o conhecimento a ser adquirido, no formato *lean education*. Além disso, essa forma de aprendizagem os auxilia a atingirem um grau específico de domínio de um determinado assunto antes de passar para o próximo nível de aprendizagem (VOSGERAU *et al.*, 2004).

Portanto, a aprendizagem por competências trabalha com a perspectiva de que, à medida que as competências são adquiridas e certificadas, os alunos possam progredir. No sistema tradicional de educação em engenharia, o *design* instrucional é orientado por livros, aulas expositivas e conteúdos passados por intermédio de métodos passivos de aprendizagem. Além disso, o planejamento instrucional é baseado em um ciclo de *feedback* infrequente. E, as intervenções e a personalização do ensino são genéricas e esporádicas. Já na aprendizagem baseada em competências, o *design* instrucional é conduzido pelo ritmo dos alunos. Isso porque o mais importante não é a quantidade de conteúdo, mas sim a qualidade da sua absorção pelos alunos. Além disso, na aprendizagem por competências, há um ciclo de *feedback* contínuo, no qual alunos e professores estão em sintonia e dialogam de forma frequente (SACRISTÁN, 2011).

Infelizmente, a implementação das novas DCNs sofreram uma descontinuidade em março de 2020, em razão da ocorrência da pandemia da COVID-19. De fato, a COVID-19 acabou gerando inúmeras dificuldades em todos os setores da atividade humana e, em particular, na educação, alterando o calendário definido para as mudanças curriculares dos cursos de engenharia, nas diferentes instituições de ensino superior, conforme prescrito pelas novas DCNs.

Entretanto, há quase uma unanimidade, em todas as publicações, sejam elas científicas, de empresas de consultoria e de órgãos multilaterais, de que a transformação digital, considerada uma tendência que vinha atingindo todos os setores da atividade humana no período pré-pandemia da COVID-19 – no formato de um furacão, teve uma aceleração significativa, no formato de um tsunami – obrigando todas as organizações a acelerarem os seus processos de digitalização e a implementarem os seus negócios no modelo de plataformas digitais, mesmo as empresas de pequeno e médio porte, pois essa será a única forma de sobreviver no mundo pós-pandemia. De fato, a pandemia da COVID-19 dividiu a humanidade entre a “Era Industrial” e a “Era Digital” (AMANKWAH-AMOAHA *et al.*, 2021).

Se o ritmo do mundo pré-coronavírus já era rápido, o fluxo do tempo agora parece ter desaparecido completamente. As empresas que mapearam a estratégia digital em fases de um a três anos precisaram escalar suas iniciativas em questão de dias ou semanas. Nesse sentido, uma pesquisa europeia, realizada pela empresa de consultoria McKinsey (BLACKBURN *et al.*, 2020), mostrou que cerca de 70% dos executivos da Áustria, Alemanha e da Suíça manifestaram que a pandemia provavelmente acelerou o ritmo de sua transformação digital. A aceleração continua evidente em vários setores e em várias regiões geográficas do mundo. Só para se ter uma ideia de como isso aconteceu, considere como o governo brasileiro conseguiu bancarizar digitalmente mais de 30 milhões de pessoas em questão de uma ou duas semanas (segundo a Caixa Econômica Federal, o seu aplicativo para o auxílio emergencial a informais registrou, em apenas 6 horas, 10 milhões de cadastros finalizados)¹. Como os provedores de assistência médica passaram rapidamente para a telessaúde (teleconsulta, telemedicina)? Como as seguradoras fizeram para a avaliação de reclamações de autoatendimento e os varejistas fizeram para viabilizar as compras e entregas sem contato? Como as instituições de ensino passaram do ensino presencial para o ensino remoto?

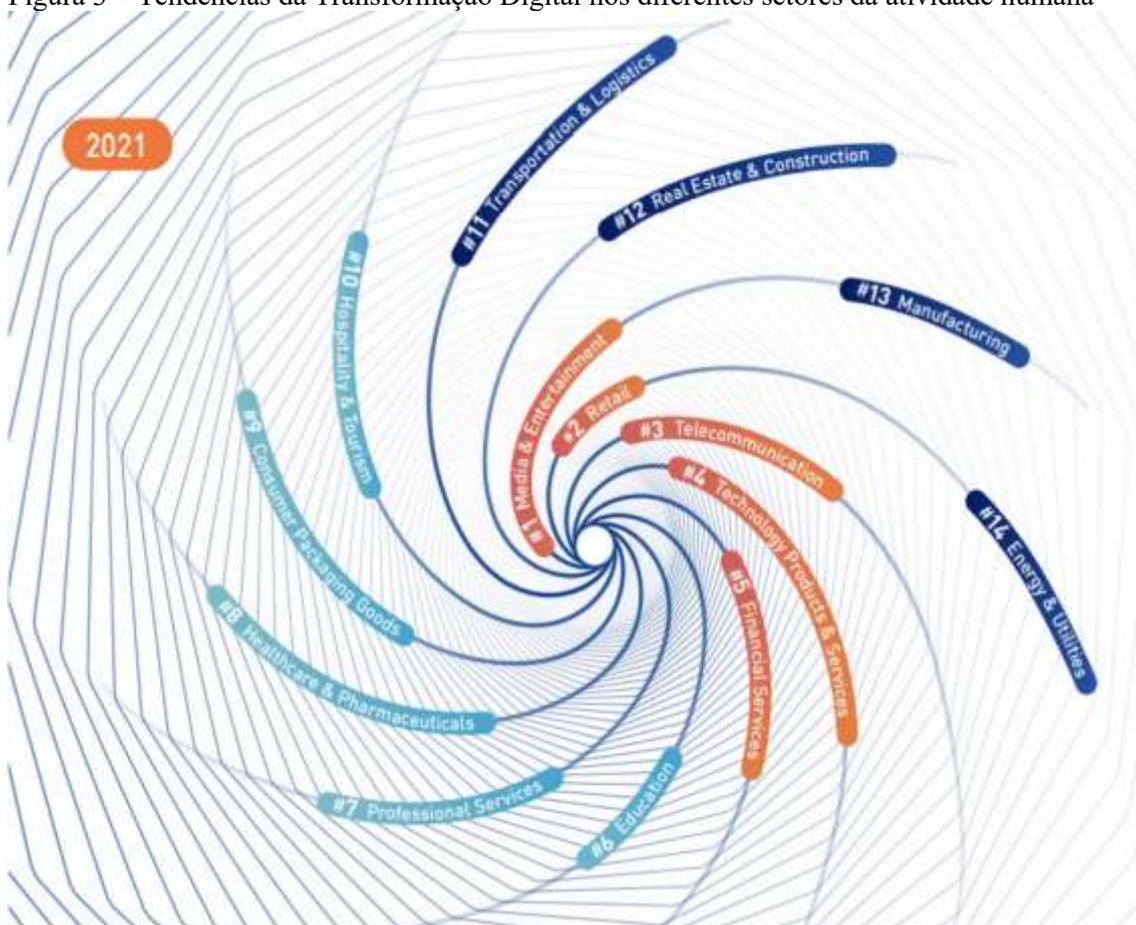
A crise da COVID-19 aparentemente ofereceu uma visão repentina de um mundo futuro, no qual o digital se tornará central em todas as interações, forçando organizações e indivíduos a avançarem na curva de adoção digital quase da noite para o dia. Um mundo em que os canais digitais se tornarão o principal (e, em alguns casos, o único) modelo de engajamento do cliente, e os processos automatizados se tornarão o principal fator de produtividade – e a base de cadeias de suprimentos flexíveis, transparentes e estáveis. Um mundo em que formas de trabalho ágeis

¹ Dados disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/04/07/em- apenas-6-horas-aplicativo-do-auxilio-emergencial-teve-10-mi-de-cadastros>.

são um pré-requisito para atender às mudanças que a transformação digital está impondo nos diferentes setores da atividade humana e, em particular, na educação (OCDE, 2023).

Transformação digital é uma tendência em muitos países cujos avanços tecnológicos estão permitindo mudanças significativas em todos os setores da atividade humana. A primeira definição conceitual do termo apareceu no livro “*Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice*”, publicado pela Springer (STOLTERMAN; FORS, 2004). Segundo esses autores, “[...] transformação digital pode ser entendida como as mudanças que a tecnologia digital causa ou influencia em todos os aspectos da vida humana” (STOLTERMAN; FORS, 2004, p. 689). Figura 3 dá uma visão da sua abrangência.

Figura 3 – Tendências da Transformação Digital nos diferentes setores da atividade humana



Fonte: Wade *et al.* (2021)

É evidente que a transformação digital está cada vez mais presente e crescente, conforme estudos realizados (LIU *et al.*, 2011; BERMAN, 2012; BHARADWAJ *et al.*, 2013; FITZGERALD *et al.*, 2013; LUNA-REYES; GIL-GARCIA, 2014; HENRIETTE; FEKI; BOUGHZALA, 2015; HESS *et al.*, 2016; WESTERMAN, 2016; HORLACH *et al.*, 2017; KARAGIANNAKI; VERGADOS; FOUSKAS, 2017; EBERT; DUARTE, 2018; LIERE-

NETHELER *et al.*, 2018; REIS *et al.*, 2018; CHEN; HAO, 2022; NADKARNI; PRÜGL, 2020; KONDAREVYCH *et al.*, 2020; KRAUS *et al.*, 2021; AYOKO, 2021; ABOIRON; ABOIRON, 2022), exigindo competências digitais que o sistema tradicional de educação em engenharia não oferece (AMARAL, 2021).

De fato, os engenheiros do futuro devem ser fluentes em letramento digital, mas também em letramento de dados. Eles devem estar cientes dos problemas e trabalhar para resolvê-los. As implicações trazidas pelos sistemas futuros devem ser integradas ao currículo de engenharia para que seja possível lidar com a crescente complexidade e a necessária sustentabilidade desses sistemas. Enquanto isso, formas alternativas devem ser oferecidas para essa capacitação (MAKAROVA *et al.*, 2020).

O sucesso do ensino de engenharia se dará com o aprendizado mútuo entre humanos e máquinas inteligentes (PEREIRA; SANTOS, 2022). Os diferentes sistemas requerem colaboração não unicamente humana ou de máquina, mas tarefas compartilhadas, que requerem colaboração e participação. Logo, o currículo de engenharia deve desafiar o estudante na sua visão das interações humano-máquinas e permitir que experimentem diferentes formas de comunicação com a próxima geração de sistemas *cyber* físicos, dotados de inteligência artificial (LEVIN *et al.*, 2022). Considerações éticas e sociais devem ser incluídas para qualquer outro tipo de sistema inteligente de produção, na relação humano-robô, que é uma tendência na perspectiva da Indústria 5.0 (EUROPEAN COMMISSION, 2021).

Portanto, a necessidade de uma educação continuada complementar aos futuros profissionais de engenharia em competências digitais se faz necessária e deve ser considerada como um problema a ser pesquisado. Além disso, essa educação continuada complementar poderá ter a possibilidade de beneficiar não apenas engenheiros em formação, mas também profissionais das diferentes áreas da engenharia, já estabelecidos no mercado, que buscam uma reconversão profissional e uma aprendizagem continuada (RODRIGUES; BARBOSA, 2022).

A educação continuada pode contribuir de forma direta e multifacetada para o bem comum (OSTRÖM, 2009), pois ela torna acessível grande parte do conhecimento que move a economia de qualquer país.

Nessa perspectiva, salienta-se que a educação continuada é o veículo por intermédio do qual as universidades poderão se conectar com as empresas para torná-las mais inovadoras e competitivas. O termo “educação continuada” se configura nesta tese de forma bastante livre, porque os limites do que se encaixa em unidades de educação continuada de uma universidade para outra são extremamente confusos (SCHEJBAL; WILSON, 2008).

Portanto, manter o conceito definido para uma instituição não se encaixará em outra. Em vez disso, usa-se “educação continuada” para caracterizar o significado de uma atividade de extensão universitária, na qual os resultados das pesquisas, desenvolvidos na universidade, devem ser transferidos para a sociedade, por meio de cursos de capacitação por competências, devidamente certificados, para serem aplicados para solucionar problemas e melhorar a qualidade de vida de todos os cidadãos.

É evidente que essa definição normativa pode ser adequada de melhor forma a uma determinada universidade, mas o ponto central é o mesmo: a “educação continuada” estende o conhecimento e a pesquisa criados no âmbito da universidade para partes interessadas que, de outra forma, deles não se beneficiariam. Nessa interpretação livre de educação continuada, as universidades se envolvem em esforços de educação continuada de maneiras que não estão confinadas a seus tradicionais departamentos de educação (SCHEJBAL; WILSON, 2008).

Todavia, no contexto atual de transformação digital, a presente tese assume que a educação continuada complementar deverá ser pautada pelas características da educação digital.

Fisk (2017) propõe nove características de uma educação digital e as descreve, de forma modular, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características de educação continuada complementar no formato modular

Característica	Descrição
1	O estudante necessitará aprender em diferentes momentos e lugares, daí a função do <i>e-learning</i> .
2	Estudante deve ser capaz de aprender no seu ritmo.
3	O estudante deve ter liberdade de utilizar ferramentas e metodologias variadas.
4	Aprendizado por projetos que possam ser replicados no mundo real.
5	Valorização da experiência de campo com estágios, coprodução e trabalhos de extensão.
6	Habilidade de interpretar dados, descobrir tendências e inferir lógica.
7	Substituição do modelo de avaliação por novas formas realizadas no decorrer do aprendizado.
8	Estudante tornar-se-á o condutor (“protagonista”) do seu aprendizado, adquirindo voz ativa na definição de currículo e do processo de aprendizagem.
9	Professores e outros especialistas terão papel determinante como mentores no mundo do aprendizado do aluno e menos como “mestres”.

Fonte: Fisk (2017)

Salienta-se que essas tendências apontadas por Fisk (2017) reforçam e conduzem todos os aspectos levantados na contextualização do problema de pesquisa e nos permite definir, de forma mais contundente, o problema de pesquisa desta tese de doutorado.

Esta definição seguiu uma jornada, que foi iniciada, de forma piloto, em uma disciplina optativa (EMC-6200), por este autor, para todos os alunos interessados dos diferentes cursos de engenharia do Centro Tecnológico da UFSC.

Na perspectiva de formalizar o problema a ser pesquisado, essa disciplina foi utilizada como um estudo de caso “piloto” nesta pesquisa, a qual incorporou alguns conceitos e práticas ao tema “educação em engenharia”, como alternativas para o exercício profissional do engenheiro no mercado de trabalho nos cenários presente e futuro por meio de palestrantes convidados (empregadores e especialistas), identificação do perfil *soft skill* individual de cada aluno e trabalho de construção do Plano de Carreira de cada participante. Nessa experiência de quatro semestres, evidenciou-se o avanço vertiginoso da transformação digital e a necessidade de adquirir competências digitais de forma continuada.

Como resultado do feedback dos alunos, dos especialistas participantes e, paralelamente, ouvindo professores, ex-alunos e mais empregadores, concluiu-se por definir o problema de pesquisa desta tese:

Como capacitar os futuros profissionais de engenharia com competências digitais, para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Nesta seção serão apresentados os objetivos, geral e específicos, que nortearam esta pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital.

1.2.2 Objetivos Específicos

Mais especificamente, esta tese tem os seguintes objetivos:

- a) Identificar as competências digitais demandadas pela transformação digital;

- b) Levantar experiências práticas já implementadas em outras universidades nacionais e estrangeiras, que podem ser utilizadas como referências;
- c) Definir as competências digitais, termos de objetos de conhecimentos, habilidades e atitudes que os futuros profissionais de engenharia devem adquirir para atender a oportunidades e desafios da transformação digital;
- d) Relacionar as tecnologias digitais educacionais, em termos de objetos de ensino e aprendizagem, que podem ser consideradas para a formalização do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia; e
- e) Avaliar a consistência e a viabilidade do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, conforme proposto nesta tese.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Na última década, desenvolveu-se um senso amplo de que é necessário criar novas visões e novos conceitos para o ensino de graduação em engenharia, envolvendo novas abordagens pedagógicas e metodológicas. Recomenda-se que as instituições comecem com o desenvolvimento de objetivos educacionais de aprendizagem compreendendo as competências necessárias para o engenheiro do futuro, definindo o perfil do egresso desejado. Após essa etapa, segue-se para a preparação dos projetos pedagógicos dos cursos, alinhando então os novos currículos e as avaliações a esses objetivos.

No âmbito desta tese, esse caminho de desenvolvimento pode ser aproveitado no sentido da justificativa desta pesquisa de tese de doutorado. Tomando como base a disciplina optativa (EMC-6200), devidamente atualizada como um projeto-piloto de educação digital, objetiva-se desenvolver o modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, no formato modular.

Portanto, a justificativa desta pesquisa de tese de doutorado está centrada na convergência entre as competências técnicas, tradicionalmente adquiridas nos cursos de engenharia, com um conjunto de novas competências digitais, que são necessárias para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital, para garantir a sustentabilidade ambiental, econômica e social de qualquer país.

De fato, para alcançar a sustentabilidade social, ambiental e econômica, bem como a resiliência nas empresas e indústrias, a educação em engenharia precisará ser revisada e redesenhada a fim de capacitar os futuros engenheiros com fluência tecnológica, em dados,

informações e conhecimentos, para tornar as indústrias mais resilientes, sustentáveis e centradas no ser humano na era da Indústria 5.0. A força de trabalho do futuro deverá possuir experiência e conhecimento para distinguir e compreender os diferentes sistemas de produção, a fim de tomar as decisões mais adequadas entre as diferentes formas de trabalho: apenas esforço humano, apenas esforço tecnológico ou uma colaboração entre os dois. Assim, a educação em engenharia deve focar na interação humano-tecnologia, especialmente nas diferentes formas de comunicação e colaboração com futuros sistemas ciberfísicos (BROO; KAYNAK; SAIT, 2022).

Crawley e Brodeur (2010) defendem a ideia de que existem duas questões centrais a respeito de como aperfeiçoar a educação em engenharia:

- 1) Qual é o conjunto de competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) que os estudantes de engenharia devem possuir quando deixarem a universidade e em que nível de proficiência devem estar?
- 2) O que é possível fazer para garantir que os estudantes de engenharia adquiram tais competências?

As respostas a essas duas questões são as principais justificativas da presente tese de doutorado, pois, observa-se que o engenheiro atual não apenas deve estar apto a desempenhar no mundo do trabalho as funções afins à sua área, mas possuir conhecimentos, habilidades e atitudes transversais. É nesse sentido que a realização desta pesquisa de tese de doutorado se justifica, junto às transformações e mudanças estruturais que ocorrem rapidamente no mundo do trabalho, as quais demandam uma nova visão, formato e métodos para possibilitar a qualificação dos futuros profissionais (PEREIRA; LIMA; CHARRUA-SANTOS, 2019). Pesquisas e observações registradas em questionários específicos apontam que os cursos de formação oferecidos pela UFSC são deficientes para atender às competências digitais demandadas especialmente no contexto do mundo digital.

1.3.1 Relevância da Pesquisa

No que diz respeito à relevância desta pesquisa, pode-se afirmar que a formalização e a implementação de um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, têm relevância tanto acadêmica (alunos formandos) quanto prática (profissionais de engenharia já no mundo do trabalho).

Recentes revisões de literatura sobre os temas *Engineering Education*, *Lean Education*, *Smart Education*, *Digital Education*, *Industry 5.0* apontaram questões que ainda precisam ser respondidas:

- 1) Qual teoria pedagógica é a mais adequada ao ensino de engenharia na era digital? (SIEMENS, 2006)
- 2) Qual é o impacto da transformação digital nas instituições de ensino superior? (MATKOVIC *et al.*, 2018)
- 3) Quais metodologias pedagógicas são indicadas para aprendizagem por competências nos contextos atuais?
- 4) Além da educação tradicional, quais ferramentas pedagógicas podem apoiar os estudantes de engenharia na aquisição de competências digitais? Quais mudanças devem ser implementadas no ensino de engenharia dado o rápido advento de novas tecnologias digitais? (DIOGO; DOS SANTOS; LOURES, 2023)
- 5) Quais métodos serão efetivos e aplicáveis no estudo das equipes reais? (SHUFFLER; CRONIN, 2020);
- 6) Como funcionam as equipes com longos ou curtíssimos períodos de interação? (SHUFFLER; SALAS; ROSEN, 2020)

Na revisão narrativa de literatura com busca sistematizada realizada para o desenvolvimento desta tese, identificou-se a relevância desta pesquisa, na medida que o número de artigos sobre os temas *Engineering Education*, *Lean Education*, *Smart Education*, *Digital Education*, *Industry 5.0* tem crescido exponencialmente, o que evidencia a sua relevância no contexto atual.

Da mesma forma, o tema “Ensino de Engenharia” (*Engineering Education*) tem sido muito discutido desde a criação da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE) há cerca de 50 anos. Modelos foram e são experimentados de acordo com a instituição ofertante.

Mais recentemente, em decorrência, especialmente, do acelerado desenvolvimento e inserção da digitalização em todas as atividades, o tema indústria e formação do engenheiro passou a ter forte ênfase nas discussões das várias partes interessadas em todo o mundo. Assim, hoje, muitos *cases* são descritos na literatura sobre formatação e metodologias de ensino, como o CDIO. No Brasil, surgem as Diretrizes Curriculares Nacionais para as engenharias em 2002 revistas em 2019. Todos esses tópicos relevantes e outros correlatos são tratados neste trabalho de tese.

1.3.2 Ineditismo da Pesquisa

No que diz respeito ao ineditismo desta pesquisa, foi realizada uma revisão de literatura nas bases Scopus, Web of Science e Scientific Electronic Library Online (Scielo) que não evidenciou pesquisa alguma de mesma natureza como proposta nesta tese. A revisão de literatura buscou identificar modelos operacionais para a implementação de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital. Essa revisão aconteceu em duas etapas: a primeira, uma revisão narrativa de literatura, realizada em maio de 2022, na elaboração do projeto de tese que foi defendido em 22 de julho de 2022, que caracterizou o ineditismo da pesquisa naquele momento; a segunda, uma revisão narrativa de literatura com busca sistematizada, realizada em junho de 2023, a qual atualizou a primeira revisão e corroborou seu ineditismo, pois não foi identificado modelo idêntico. Ao todo, foram identificados 398 artigos, que resultaram em 14 artigos que foram considerados na fundamentação teórica desta tese. Além dos resultados vindos da revisão sistemática, foram identificados três documentos, dois de literatura cinza e uma produção científica que, também, foram integrados à fundamentação teórica da pesquisa realizada.

O ineditismo reside no fato de se tratar de um estudo de caso aplicado, de forma piloto, em uma disciplina optativa (EMC-6200), com foco na Engenharia Mecânica, por mim ministrada, para todos os alunos interessados dos diferentes cursos de engenharia do Centro Tecnológico da UFSC.

O modelo operacional formulado nesta tese de doutorado consiste em oferecer educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, para grupos de alunos regulares da UFSC, juntamente com profissionais formados e atuando no mercado, no processo pedagógico 70/20/10, de forma híbrida, numa parceria entre a UFSC e o setor empresarial catarinense.

1.4 LIMITAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa realizada limitou-se a analisar uma amostra intencional de alguns cursos estrangeiros de engenharia de vanguarda, reconhecidos internacionalmente, segundo o *ranking* do Times Higher Education (THE) e de cursos de engenharia nacionais, que já realizaram mudanças curriculares, adaptadas às novas DCNs, definidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e que foram usados como referências (*benchmarking*).

Da mesma forma, os dados foram coletados por meio dos questionários aplicados com estudantes das últimas duas fases do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC, profissionais de engenharia mecânica formados nos últimos dez anos no Curso de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais da UFSC e com dirigentes de grandes empresas de transformação do Estado de Santa Catarina.

A pesquisa realizada limitou-se, também, a um estudo de caso, realizado, de forma piloto, em uma disciplina optativa do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC (EMC-6200), designada “Construindo Carreira na Engenharia”.

Enfim, o modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia que foi desenvolvido, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, não considerou o nível de proficiência desejado em cada competência e como essa progressão será avaliada e demonstrada.

Portanto, a pesquisa realizada foi delimitada aos discentes e docentes atuais do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC e de seus egressos – principalmente dos últimos dez anos, às novas DCNs dos cursos de engenharia, à percepção de profissionais de indústrias relevantes de Santa Catarina e das tendências futuras para o ensino de engenharia.

Entretanto, ainda que a pesquisa realizada seja restrita aos atores mencionados, o seu escopo definido foi suficiente para, juntamente com a revisão de literatura, identificar as competências digitais que os profissionais de engenharia devem adquirir para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital, que foram utilizadas na formalização do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital.

1.5 ADERÊNCIA DA PESQUISA AO PPGEGC

Esta tese está enquadrada na área de Gestão do Conhecimento do PPGEGC na linha de pesquisa de “Gestão do Conhecimento Organizacional”. Essa linha de pesquisa aborda os estudos teóricos e práticos sobre a utilização do conhecimento como fator de produção estratégico no gerenciamento de negócios relacionados à economia do conhecimento. Suas pesquisas relacionam-se aos elementos determinantes na gestão do conhecimento organizacional, por exemplo, o processo de aprendizagem organizacional e seus subprocessos de criação do conhecimento (identificação, integração, socialização, retenção-descarte, inovação, memória, propriedade, evolução e governança do conhecimento), conforme aponta o *site* do EGC (EGC, 2023).

A realização desta pesquisa envolveu pessoas, processos e tecnologia, que são os fundamentos estruturais da gestão do conhecimento organizacional. Ademais, o tema “transformação digital” apresenta-se com bastante ênfase nas disciplinas e nas pesquisas em andamento no PPGEGC, particularmente, com foco no setor educacional. O tema é recente como objeto de pesquisa no Programa, mas outros trabalhos de pesquisa sobre esse tema vêm sendo desenvolvidos por outros mestrandos e doutorandos do PPGEGC.

Consultado o Banco de Teses e Dissertações do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC, foram encontradas algumas dissertações e teses relacionadas com os temas da presente tese (Quadro 2), como “transformação digital” e “competências digitais”, que evidenciam que esses temas têm sido abordados em pesquisas no Programa e que permite afirmar a aderência do objeto de pesquisa desta tese ao PPGEGC.

Quadro 2 – Dissertações do EGC relacionadas ao tema da presente tese

Autor/Título	Ano	Tese (T) ou Dissertação (D)	Descrição
GOMES Jr. – Gestão do Conhecimento e Mapeamento de Competências: um Estudo de Caso	2013	D	Realizou o mapeamento de competências desenvolvidas e lacunas de competências existentes.
QUINGERSKI – KE-IoT: Uma proposta de modelo baseado em conhecimento para ambientes de Internet das Coisas (IoT)	2019	D	Descreve o cenário que surge na área da Internet das Coisas e, com isso, uma série de novas aplicações e inovações começa a emergir, em âmbito social, organizacional e governamental, tendo aplicações em diversas áreas, como: saúde, transporte, agricultura, energia, indústria, entre outras.
AIRES – Desenvolvimento de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital: uma Trilha de Aprendizagem para profissionais do setor industrial	2020	D	Afirma que a sociedade em Transformação Digital é a sétima revolução vivida pela humanidade e está exigindo profissionais com um novo conjunto de competências, o que evidencia a necessidade de desenvolvimento constante, a fim de superar eventuais lacunas.

Autor/Título	Ano	Tese (T) ou Dissertação (D)	Descrição
BRESOLIN – Modelo Andragógico de Plano de Aula à Luz das Teorias de Aprendizagem Experiencial e Expansiva	2020	D	Trata de planos de aulas a serem ministradas a jovens adultos. O trabalho também aborda que as instituições de ensino precisam se atualizar e se adequar às necessidades e estilos de aprendizagem dos estudantes, conforme as necessidades da Educação 4.0.
BELLATO – Percepções Sobre as Competências Digitais para os Profissionais da Área de Contabilidade: Um Estudo de Caso	2021	D	Propõe algumas diretrizes sobre as principais competências digitais que os futuros profissionais do Curso de Ciências Contábeis devem adquirir para suas inserções no mercado de trabalho contemporâneo.
COSTA – Modelo de Competências Docentes em Universidades Inovadoras Brasileiras Públicas	2021	T	Aponta que algumas competências docentes são fracas. Entre elas, estão as de trabalho em rede, protagonismo digital, criatividade, facilitação e uso de tecnologias digitais. Todas são demandadas pela Transformação Digital.
DIOGO – Modelo Conceitual para Formulação de Diretrizes Estratégicas na Concepção e Atualização de Cursos de Engenharia no Contexto da Transformação Digital	2023	T	Discute a Educação 4.0 e um modelo conceitual para formação de profissionais competentes para trabalhar com a Indústria 4.0 e Sociedade 5.0.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2022)

Da mesma forma, as demais dissertações e teses, apresentadas no Quadro 3, também utilizaram o método *Design Science Research (DSR)* para a construção de um artefato. Esse método é detalhado no Capítulo 3, relativo ao procedimento metodológico da presente tese.

Quadro 3 – Teses e Dissertações do PPGE GC que usaram o método DSR

Autor/Título	Ano	Tese (T) ou Dissertação (D)
FRAGA – <i>Framework</i> de análise de conhecimentos críticos às capacidades de resiliência organizacional – Método DSR	2019	T
ANJOS – Serviços de conhecimento: um método para o desenvolvimento – Método DSR	2019	D

Autor/Título	Ano	Tese (T) ou Dissertação (D)
NASCIMENTO – Canvas para identificação do perfil empreendedor: Um modelo conceitual com base na visão sistêmica – Método DSR	2020	D
SCHIMMELPFENG – Transmídia e <i>fansubs</i> : estratégias aplicadas a cursos <i>on-line</i> acessíveis à pessoa com deficiência visual – Método DSR	2020	T

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2022)

Em relação aos trabalhos anteriores do PPGEGC, como se verá na apresentação do modelo proposto, a presente tese dá continuidade à problemática e à abordagem proposta por Diogo (2023). O modelo apresentado nesta tese acrescenta as componentes necessárias para seu desdobramento na incorporação das competências digitais que precisam estar presentes na formação e na capacitação do Engenheiro e que podem ser adquiridas por programas de educação continuada. Propostas de estrutura curricular partem dos 259 elementos de competência descritos no relatório DigComp 2.2 (2022) da Comunidade Europeia que detalha as três dimensões: conhecimento, habilidades e atitudes. Ademais, este trabalho foca o Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC com informações colhidas de seus *stakeholders* principais, que são os alunos, os egressos, os professores e os empregadores.

1.6 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE TESE

O relatório de tese está estruturado em seis capítulos: introdução, fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos, apresentação e análise de resultados, apresentação do modelo operacional formulado e conclusões.

O Capítulo 1, “Introdução”, apresenta uma visão geral da tese, com a contextualização e a definição do problema, a justificativa, a delimitação e limitação da pesquisa, a aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) e a estrutura da tese.

O Capítulo 2, “Fundamentação Teórica”, apresenta uma descrição dos temas relevantes abordados que fundamentam teoricamente a pesquisa desta tese de doutorado.

O Capítulo 3, “Procedimentos Metodológicos”, apresenta a abordagem metodológica utilizada na pesquisa, baseada no *Design Science Research*, no seu modo reduzido em seis etapas, conforme proposto por Peffers *et al.* (2007).

O Capítulo 4, “Apresentação e Análise dos Resultados”, traz informações obtidas a partir dos dados coletados junto aos agentes interessados.

O Capítulo 5, “Modelo Operacional”, apresenta o modelo operacional formulado, auxiliado pela IA generativa ChatGPT 4.0.

O Capítulo 6, “Conclusões”, traz as principais conclusões da pesquisa, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

Finalmente, as referências, os anexos e os apêndices completam o documento.

1.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO 1

O Capítulo 1 introduz o tema da tese e apresenta uma visão geral do problema de pesquisa, objetivos, justificativa e estrutura da tese. O problema abordado é a deficiência no sistema tradicional de educação em engenharia, que enfatiza a teoria em detrimento da prática, resultando em graduados com falta de competência necessária no mundo real. A pesquisa baseia-se na teoria do conhecimento e na gestão do conhecimento, destacando a importância de adquirir conhecimento tanto pela razão quanto pela experiência. Estudos anteriores têm identificado deficiências no ensino de engenharia e sugerido melhorias, como fortalecer os fundamentos conceituais, ensinar projetos de engenharia do mundo real, incorporar tecnologias digitais, desenvolver habilidades de comunicação e trabalho em equipe, promover o pensamento crítico e criativo, e ensinar ética da engenharia. A necessidade de competências digitais na formação de engenheiros também é destacada. A transformação digital na educação e a aprendizagem baseada em competências são mencionadas como abordagens que podem melhorar o ensino de engenharia. No entanto, a implementação das novas diretrizes curriculares para os cursos de engenharia (DCNs) foi interrompida devido à pandemia de COVID-19. A transformação digital é considerada uma tendência global que está impactando todos os setores, incluindo a educação, e exige competências digitais que o sistema tradicional de educação em engenharia não oferece. A necessidade de educação continuada complementar em competências digitais para profissionais de engenharia também é mencionada. A tese propõe investigar como capacitar os futuros profissionais de engenharia com competências digitais para enfrentar os desafios da transformação digital. O capítulo também lista os objetivos específicos da pesquisa, como levantar experiências práticas em outras universidades, definir competências digitais, relacionar tecnologias digitais educacionais e avaliar um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

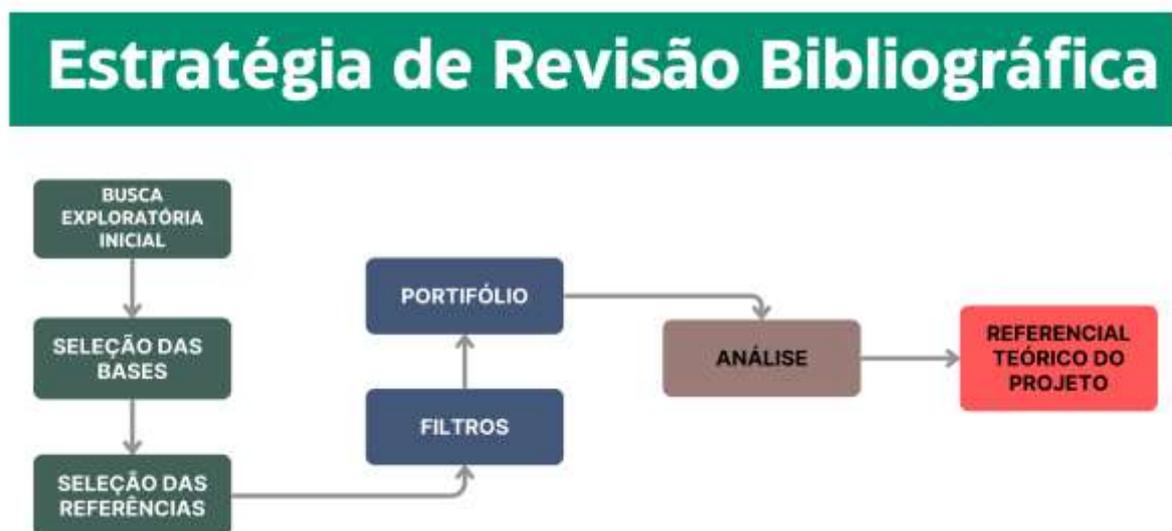
Neste capítulo descreve-se o referencial teórico sobre os diferentes temas que dão a fundamentação a esta pesquisa de tese de doutorado, os quais foram articulados de forma interdisciplinar: “Educação em Engenharia”; “Aprendizagem por Competências”; “Transformação Digital na Educação”; “Educação Digital” e “Competências Digitais”. Entretanto, preliminarmente, é apresentada uma análise bibliométrica que foi realizada considerando esses temas para enquadrar teoricamente o problema de pesquisa.

2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PRELIMINAR

A análise bibliométrica preliminar foi realizada em janeiro de 2022 e, em seguida, foi efetuada a análise dos artigos encontrados nas bases nos últimos cinco anos. A análise bibliométrica foi realizada utilizando-se o método ProKnow-C (*Knowledge Process Development-Constructivist*), proposto por Ensslin *et al.* (2010). Esse método de análise é um processo composto por três etapas: (i) seleção do portfólio de artigos; (ii) análise bibliométrica; e (iii) análise sistêmica.

A Figura 4 mostra a estratégia utilizada para a realização das pesquisas nas bases de dados da CAPES.

Figura 4 – Estratégia de revisão bibliográfica adotada



Fonte: Elaborada pelo autor desta tese (2023)

As bases de dados foram selecionadas contendo os seguintes critérios (os filtros são indicados no Quadro 4: (i) conter publicações de periódicos científicos que utilizam avaliação por pares; (ii) critérios de avaliação da quantidade de produção intelectual acadêmica; e (iii) indicadores de impacto das publicações na comunidade científica e artigos com textos completos e exportação para o *software* Endnote.

Quadro 4 – Filtros para a seleção dos artigos

Filtro	Total de publicações
Total de Publicações encontradas	163
Base Web of Science	115
Base Scopus	48
Publicações Duplicadas	3
Títulos e Resumos Alinhados	9
Artigos Disponíveis	4

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

As bases de dados utilizadas foram a Web of Science e a Scopus, e as palavras-chave utilizadas foram: “*engineering education*” and “*engineering skills in the digital age*” or “*active learning*”, essa também foi a combinação de palavras utilizada pela busca na Web of Science.

Na Scopus, a combinação foi: “*engineering skills in the digital age*” and “*engineering education*” or “*assessment of competences*”. As publicações foram selecionadas nas bases por meio da busca das expressões por palavras-chave; título e resumo. As 163 publicações selecionadas passaram por filtragem com o intuito de obter aderência ao tema e aos objetivos da tese.

Na base Web of Science, foram encontradas 115 publicações, dessas obras, foram lidos títulos e resumos e sobraram sete artigos compatíveis com o tema, desses sete, somente três estão abertos para leitura do artigo completo, os outros quatro são artigos publicados em bases que somente permitem a leitura mediante pagamento.

Na Scopus foram encontrados 48 artigos, também lidos títulos e resumos, sobraram dois compatíveis com o tema e somente um está aberto para leitura completa. Então, foram nove artigos encontrados no total e somente quatro disponíveis, isso demonstra que o tema da tese é inédito, pois existem poucos artigos disponíveis nessa área.

Também foi realizada uma pesquisa na plataforma Elicit, com as seguintes palavras-chave: “*Engineering Education*” and “*Digital Transformation*” and “*Digital Skills*” and “*Lifelong Learning*”, nessa plataforma, foram encontrados 10 artigos.

O Quadro 5 apresenta a descrição dos artigos, dos autores, do ano e dos resumos encontrados nas bases de dados da CAPES e na plataforma Elicit®.

Quadro 5 – Artigos das bases de dados da CAPES e da plataforma Elicit

Autores	Artigos	Ano	Resumo
Yu Zhao; Ana María Pinto Llorente e María Cruz Sánchez Gómez	An Empirical Study of Students and Teaching Staff’s Digital Competence in Western China	2019	A sociedade na era digital está em constante evolução e avanço. Ao mesmo tempo, o surgimento de novos meios de comunicação, aliado a um mar de acesso à informação, também trouxe mudanças não só em nossa vida cotidiana, mas também na educação e no sistema educacional.
Dietmar P. F. Möller; Isabel A. Jehle e Weijan Hou	Engineering Education in Intelligent Manufacturing	2020	A era da digitalização está mudando a maneira como as universidades precisam educar seus graduados em engenharia. Assim, as universidades devem formar seus graduados com as habilidades exigidas na era da digitalização.
Josef Malach e Dana Vicherková	Background of the Revision of the Secondary School Engineering Curriculum in the Context of the Society 4.0	2020	O estudo responde às características da Sociedade 4.0, que liga indústria, serviços, ciência, investigação, inovação e novas tecnologias digitais. A Educação 4.0 deve garantir a preparação para a era digital e a expansão das competências digitais entre as gerações, aumentando o uso da tecnologia digital na escola e na formação contínua.
Susana Bastos; Helena De Oliveira; Moreira Manuel Silva e Liliana Azevedo	Soft-Digital Skills in Higher Education Curricula	2019	Este artigo surge da proposta de uma nova abordagem relativamente à inclusão da formação em <i>soft-digital skills</i> no ensino superior. O estudo realizado sobre várias unidades curriculares em diferentes cursos do ensino superior em Portugal levou-nos a refletir sobre um modelo educativo diferente, que alia o desenvolvimento de <i>soft skills</i> em ambientes digitais.

Autores	Artigos	Ano	Resumo
Monisha. M. e Valanteena. D.	Digital Transformations in Education	2022	A transformação digital no ensino superior é considerada uma das megatendências no setor educacional e ganhou potencial nos últimos tempos. Basicamente, descreve a transição do aprendizado tradicional para o aprendizado virtual. Nem todas as instituições adotaram a transformação digital, embora a maioria delas esteja praticando a digitalização na educação. No entanto, elas estão restritas apenas à parte básica da digitalização.
CERSTIN MAHLOW, ANDREAS HEDIGER	Digital Transformation in Higher Education— Buzzword or Oportunity?	2019	Diversas instituições e estudiosos têm proposto listas de habilidades que provavelmente serão necessárias na próxima década e além. Curiosamente, essas listas não incluem habilidades puramente técnicas como programação, mas sim habilidades de pensamento (interpretação, pensamento computacional, criatividade, pensamento crítico), atitudes específicas (mentalidade de <i>design</i> , flexibilidade cognitiva, adaptabilidade, perseverança, trabalho ágil, ética) e interação com outras pessoas (inteligência social e emocional, colaboração virtual, competência transcultural, gestão de pessoas, negociação).
Irina Makarova, Aleksey Boyko e Ilsur Giniyatullin	Changes in Engineering Education in the Transition to a Digital Society	2020	A principal tendência atual é a intelectualização e digitalização em todas as áreas de atividade. Primeiramente, na transição para o conceito de Indústria 4.0, isso se relaciona à criação de sistemas de gestão, incluindo na área da educação. Isso é especialmente relevante para a educação em engenharia, incluindo a formação de especialistas em controle e sistemas de computação. Para criar a infraestrutura de informação e comunicação necessária para a economia digital, precisa-se de especialistas capazes de criar, desenvolver e implementar projetos em tecnologias de informação e comunicação.
Aditya Johri	Lifelong and lifewide learning for the perpetual development of expertise in engineering	2021	A crescente digitalização das práticas de engenharia e sociais tem alterado a relação entre a educação formal e o desenvolvimento da <i>expertise</i> para o trabalho profissional em engenharia. Como se dá o desenvolvimento da <i>expertise</i> quando o conhecimento é gerado e compartilhado em um ritmo acelerado devido às mudanças na tecnologia.

Autores	Artigos	Ano	Resumo
Brit-Maren Block	An innovative teaching approach in Engineering Education to impart reflective digitalization competences	2018	Este artigo apresenta um novo conceito de ensino baseado em teoria para estudantes de graduação no assunto de "digitalização". O aumento constante das mudanças impulsionadas pelo contexto circundante da digitalização afeta todas as áreas da indústria e da vida social. Consequentemente, há uma necessidade urgente de ancorar o tema da digitalização em uma abordagem holística na educação em engenharia.
Irina Makarova, Ksenia Shubenkova, Dago Antov e Anton Pashkevich	Digitalization of Engineering Education: From E-Learning to Smart Education	2019	A digitalização de todas as áreas de atividade, juntamente com o rápido acúmulo de informações, desenvolvimento de tecnologias e a intelectualização dos processos, apresenta desafios globais tanto para a economia quanto para a educação. As tecnologias da informação se tornaram parte integrante do espaço de vida humano, resultando no surgimento de uma nova geração digital (em rede) de pessoas, para as quais um telefone celular, um computador e a Internet são elementos naturais de suas vidas. É necessário adotar uma abordagem universal para a Educação Inteligente.
Okay Kaynak, and Sadiq M. Sait,	Engineering education at the age of digital transformation	2020	Nas últimas duas décadas, ocorreram profundas mudanças tecnológicas ao nosso redor, impulsionadas por avanços disruptivos, tanto no campo do <i>software</i> quanto do <i>hardware</i> . Está ocorrendo uma amalgamação de informações, comunicação e inteligência artificial, bem como a fertilização cruzada de uma ampla gama de conceitos, referidos como transformação digital. Como resultado do fenômeno de convergência, as fronteiras entre diferentes disciplinas estão se desgastando, exigindo uma discussão aprofundada sobre como a educação em engenharia deve ser no futuro.
David Ernesto Salinas-Navarro e	Experiential learning in Industrial Engineering education for Digital Transformation	2020	A transformação levantou importantes benefícios e pressões para as sociedades em diferentes aspectos da vida cotidiana. A adoção de tecnologias digitais exige que as pessoas desenvolvam habilidades adequadas para aproveitar as oportunidades existentes e futuras nos mercados de negócios e de trabalho, responder às necessidades das comunidades e ajudar com questões de sustentabilidade. Este trabalho destaca que as universidades precisam educar profissionais com habilidades para liderar, gerenciar e operar a mudança digital.

Autores	Artigos	Ano	Resumo
Maria José Sousa e Álvaro Rocha	Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations	2018	O principal objetivo deste artigo é contribuir para a discussão sobre uma transformação digital efetiva das organizações com base nas últimas tendências de habilidades. Ele também pretende analisar as percepções das pessoas em relação aos desafios enfrentados pelas organizações e às oportunidades de novos negócios disruptivos. Foi realizada uma revisão da literatura sobre os contextos de aprendizagem digital e a identificação das habilidades necessárias para a transformação digital das organizações.
Jinyoung Kim and Cyn-Young Park	Education, Skill Training, and Lifelong Learning in the Era of Technological Revolution	2020	O rápido desenvolvimento tecnológico faz com que as habilidades se depreciem mais rapidamente do que no passado, enquanto novas tecnologias geram lacunas nas habilidades dos trabalhadores e exigem a aquisição de habilidades adequadas e aprendizagem ao longo da vida. As combinações adequadas de habilidades para empregos futuros incluem habilidades cognitivas sólidas, habilidades básicas de tecnologia da informação e comunicação, habilidades analíticas, bem como uma variedade de habilidades não cognitivas, como criatividade, resolução de problemas, pensamento crítico e comunicação. A requalificação e a aquisição de novas habilidades pelos trabalhadores também são cruciais.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

O resultado da aplicação da análise sistemática nas bases de dados Scopus e Web of Science para definição do corpo de literatura permitiu elaborar a nuvem de palavras apresentada na Figura 5.

A partir dessa análise bibliométrica preliminar, foi possível enquadrar o problema de pesquisa desta tese de doutorado, em um contexto teórico, envolvendo os temas: educação em engenharia, aprendizagem por competências; transformação digital na educação; educação digital e competências digitais.

2.2 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

A educação em engenharia, designada em inglês como *engineering education*, é baseada na ciência e tem como objetivo capacitar engenheiros capazes de transformar ciência e tecnologia em forças produtivas (YE; LI, 2022).

Nos últimos anos, devido ao surgimento da transformação digital, a ciência da engenharia e a tecnologia de produção alcançaram novos desenvolvimentos, e a educação em engenharia enfrenta novos desafios e oportunidades. A educação em engenharia busca capacitar talentos em um ambiente internacional e atualizar o modelo tradicional de formação de engenheiros às demandas da era digital (ABELSON, 2018).

Entre as diversas publicações sobre educação em engenharia, uma das referências mais relevantes usada nesta pesquisa foi um relatório extensivo e bastante atual, publicado pela consultoria em Ensino Superior Ruth Graham, em conjunto com o MIT, em 2018. Intitulado *The global state of the art in engineering education*, esse documento aponta as universidades líderes e emergentes na educação em engenharia com base em diferentes critérios. Os fatores, difíceis de medir e de certa maneira subjetivos, segundo Graham (2018), são:

- a) Qualidade e impacto da carreira dos egressos, incluindo perspectivas de carreira daqui a 10 anos e se eles cumprem os requisitos da indústria agora e, também, para o futuro.
- b) Valor agregado aos estudantes durante sua graduação (“delta” de entrada e saída), reconhecendo que não existem dados efetivos para medir isso e que encontrar uma maneira de fazê-lo é decisivo.
- c) A capacidade da instituição de entregar ensino de nível mundial, considerando:
 - i. Liderança institucional e o compromisso com a educação (a partir, por exemplo, de processos de reconhecimento e recompensa pela excelência no ensino, e pelo investimento em apoio ao ensino e aprendizagem);
 - ii. Cultura educacional (como abertura para inovação e experimentação e análise de até que ponto os professores são informados e discutem ativamente o ensino com seus colegas);

- iii. Capacidade da instituição de influenciar a prática em outros lugares (analisando se existem intervenções ativas da universidade para informar e melhorar o ensino em nível regional ou global e quão possível é transferir suas práticas educacionais para outras universidades ou cursos em todo o mundo).

Segundo esse relatório, destacam-se as universidades líderes na educação em engenharia, Olin College of Engineering, MIT, Stanford University, Aalborg University e TU Delft, e as universidades emergentes na educação em engenharia, Singapore University of Technology and Design, University College London, Pontificia Universidad Catholica do Chile e Iron Range Engineering, que implementaram, não só mudança curriculares, mas também novas metodologias pedagógicas no ensino de engenharia (GRAHAM, 2018). Essas universidades serão apresentadas como estudo de casos de referência, no Capítulo 3 desta tese, sobre os procedimentos metodológicos.

De fato, a educação em engenharia, também, se favorece pela incorporação das novas metodologias pedagógicas para simular uma atmosfera empresarial. Por exemplo, a aprendizagem baseada em projetos (PjBL) é ideal para simular ou até mesmo resolver os problemas reais das indústrias. Essa abordagem educacional promove a formação prática em temas da engenharia, mas também organização, trabalho em grupo, gestão de tempo e gestão de projetos, formação esta que é essencial para um profissional de engenharia de qualidade (DAS; KLEINKE; PISTRUI, 2020).

Adicionalmente, transformações socioeconômicas ocorridas a partir da segunda metade do século XX, acentuadas pela globalização e entendidas como um movimento político, econômico e cultural, contribuíram para o surgimento de políticas educacionais, visando, principalmente, à expansão do ensino superior em diferentes áreas do conhecimento. Ainda que as Instituições de Ensino Superior (IES) sejam estratégicas no desenvolvimento de profissionais habilitados para o mercado, muitas relutam ou têm dificuldade em atender às demandas socioeconômicas, tecnológicas e educacionais que a era digital exige (VILAÇA; ARAÚJO, 2016).

Nesse contexto, observa-se que o engenheiro atual não apenas deve estar apto a desempenhar no mundo do trabalho as funções afins à sua área, mas ter pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes transversais. É nessa perspectiva que a presente tese foca o seu objetivo, no sentido de incorporar rapidamente as transformações e as mudanças estruturais que ocorrem velozmente no mundo do trabalho, que demandam uma nova visão, formato e métodos para possibilitar a qualificação dos futuros profissionais de engenharia (PEREIRA; LIMA; CHARRUA-SANTOS, 2019).

A organização curricular de um curso superior de Engenharia tem como objetivo proporcionar uma qualificação profissional técnica. Essa questão tem sido amplamente discutida por meio de estudos e pesquisas, tendo em vista que o próprio termo “qualificação” assume sentidos e significados diferentes devido às inovações que ocorrem constantemente no mundo do trabalho e que influenciam o ensino superior (PINTO; PORTELA; OLIVEIRA, 2003).

Há mais de 10 anos, Castro (2010, p. 308) afirmava que

[...] o novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas ele deve ter também a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões".

Essa é outra afirmação que corrobora o prescrito pelas novas DCNs dos cursos de engenharia. Na prática, não se adequar a esse cenário implica atraso no processo de formação universitária.

Percebe-se que diversas disciplinas da estrutura curricular não são facilmente compreendidas pelos estudantes por falta de uma visão física/mecânica das situações reais em estudo. Essa falta de competência, muitas vezes, cria um distanciamento do aluno com as disciplinas, comprometendo sua formação técnica e científica e, provavelmente, seu desempenho quando ele inicia no mercado de trabalho. Para os cursos de engenharia, o desafio é combinar as metodologias ativas com as atividades laboratoriais e experiência prática de engenharia.

É a profissão essencialmente dedicada à aplicação de um certo conjunto de conhecimentos, de habilidades e de uma certa atitude à criação de dispositivos, estruturas e processos utilizados para converter recursos a formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. (KRICK, 1979, p. 35)

Observa-se que a “certificação de competência profissionais” está cada vez mais presente no ambiente acadêmico e no mundo do trabalho (OIT, 2002, p. 25). As novas DCNs dos cursos de engenharia (BRASIL, 2019a) elencam um extenso rol de competências a serem desenvolvidas pelos estudantes durante o curso. De fato, as DCNs levantam o questionamento a respeito da adequação dessas definições ao que está realmente sendo requerido pelos profissionais em atuação e no que a universidade pode de fato atuar e promover.

A fim de verificar a adequação do estabelecido nessas diretrizes e nas demais regulamentações e legislação aplicáveis, procedeu-se à pesquisa junto não apenas a alunos das fases finais do curso, mas também com engenheiros, recém-formados, atuantes no mundo do trabalho. Observa-se que o conhecimento técnico é de fundamental importância e, de fato, é bem desenvolvido nas instituições de ensino. Contudo, a formação em gestão não é

desenvolvida – em termos de currículo – durante a graduação, sendo detectada como um exemplo de deficiência a ser corrigida pelos engenheiros (CARVALHO; TONINI, 2017).

Nos cursos de engenharia do Brasil, em sua maioria, os estudantes têm dificuldades para identificar a relação prática que existe entre os componentes curriculares no desenvolvimento de um projeto ou execução de um determinado empreendimento. Isso sem mencionar os aspectos didáticos que acabam por agravar a “aprendizagem”, devido a metodologias de ensino que consideram muito mais a questão do “como ensinar” do que o “como aprender” (OLIVEIRA, 2004).

Em 2014, o *The New Media Consortium* (NMC) apontou especificamente para o Brasil (JOHNSON *et al.*, 2014) nove tendências e 12 tecnologias para o cenário universitário brasileiro, em curto (1 a 2 anos), médio (3 a 5 anos) e longos prazos (4 a 5 anos). Ainda, no curto prazo, aponta-se que os modelos de ensino híbrido, que possibilitam o *trade-off* entre o presencial e *on-line*, serão explorados. Em médio prazo, salientou-se a produção de recursos educacionais e pedagógicos *on-line* em formato *open source*. Estão incluídos nesse quesito a grande gama de conteúdos já disponíveis, em plataformas como a Khan Academy, as conferências *Technology, Entertainment and Design* (TED) e os *Massive Open Online Course* (MOOCs): Coursera, Open Course Ware (OCW), Veduca, entre outros. A utilização da análise da aprendizagem (*learning analytics*), laboratórios remotos e virtuais, redes sociais para assuntos acadêmicos, salas de aula invertidas, games/gamificação e aplicativos móveis também aumentarão em médio prazo, segundo o estudo. No longo prazo, apontou-se a utilização da realidade aumentada, Internet das Coisas e assistentes virtuais (JOHNSON *et al.*, 2014).

Entretanto, a capacidade de gerenciamento de recursos cresceu significativamente nas últimas décadas, parcialmente devido ao fato de a atuação do engenheiro não depender mais do país ou da região em que ele se insere (LUCENA *et al.*, 2008).

Houve grande debate sobre o engenheiro para o novo milênio na década de 1990 e acordos nesse sentido foram assinados na Europa (Declaração de Bolonha – 1999), nos Estados Unidos (Critérios da *Accreditation Board for Engineering and Technology* – 2000) e, também, no Brasil (MEC, 2002).

De fato, já em 2002, foi definida a versão anterior das DCNs dos Cursos de Graduação em Engenharia. Nessas diretrizes, propunha-se um perfil de engenheiro com ênfase generalista, humanista, crítica e reflexiva. Hoje, não apenas isso é exigido, mas também que o estudante se torne protagonista da sua formação profissional desde o início da sua trajetória universitária. Mais explicitamente, as diretrizes para os cursos de graduação em engenharia de 2002, dadas pela Resolução n. 11/2002 (MEC/CNE/CES), surgem como resultado do Edital n. 04/97,

publicado pelo MEC. Enquanto a legislação de 1976 focava na estrutura curricular, em 2002 o foco estava na aquisição de conhecimento técnico somado à aquisição de habilidades de competências – com certa flexibilidade para a instituição atingir esse objetivo em seu projeto político-pedagógico.

Entretanto, em abril de 2019, justo pré-pandemia da COVID-19, o Ministério da Educação (MEC) homologou as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs), por meio da Resolução MEC/CNE/CES n. 2, de 24 de abril de 2019. Seu objetivo é “[...] atender às demandas futuras por mais e melhores engenheiros” (BRASIL, 2019b). Em comparação com a versão anterior do documento de 2002, essas novas DCNs de Engenharia trazem mais ênfase na formação baseada por competências, no foco da aprendizagem prática e ativa, além de uma maior flexibilidade na constituição do currículo.

Um dos motivos para a mudança das DCNs dos cursos de engenharia é a expansão da transformação digital, que é um desafio para o setor industrial, acelerando de forma significativa o processo de desindustrialização do país, que já vinha em curso. Nesse sentido, a proposta é que o novo currículo dos cursos de graduação de engenharia seja mais prático e interdisciplinar, voltado para a autonomia do estudante.

Segundo Oliveira (2019a, p. 32),

[...] isso determina uma mudança de concepção crucial no processo de formação do engenheiro, indicando que os projetos dos cursos devem ser formulados, não mais em função de conteúdo, mas com foco no desenvolvimento de competências.

As diretrizes definem princípios, fundamentos, condições e finalidades para aplicação na organização, desenvolvimento e avaliação dos cursos de graduação em Engenharia nas Instituições de Ensino Superior (IES), conforme estabelecido pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (MEC, 2019b) que resultou na Resolução MEC/CNE/CES n. 02/2019, que regulamenta as diretrizes mencionadas.

Para um melhor entendimento da educação em engenharia, conforme prescrito nas novas DCNs de 2019, apresenta-se uma breve comparação entre as novas DCNs de 2019 e as que se encontram em vigor desde 2002 (Resolução CNE/CP n. 03/2002).

O Quadro 6 mostra os principais pontos de ambas as DCNs, dando a noção do que vem evidenciado como tendência, que é o foco das competências do engenheiro como eixo principal das diretrizes.

Quadro 6 – Comparação entre DCNs de 2002 e DCNs de 2019

Competências para o Engenheiro	
DCNS de 2002	DCNS de 2019
I. Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;	I. Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto;
II. Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;	II. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados por experimentação;
III. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;	II. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos;
IV. Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;	IV. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de engenharia;
V. Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;	V. Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica;
VI. Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;	VI. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares;
VII. Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;	VII. Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão;
VIII. Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;	VIII. Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e os desafios da inovação.
IX. Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;	
X. Atuar em equipes multidisciplinares;	
XI. Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;	
XII. Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;	
XIII. Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;	
XIV. Assumir a postura de permanente busca de atualização.	

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2022)

Vale ressaltar que, na essência, as DCNs são muito semelhantes. Todavia, como inovação nas DCNs de 2019, surgem ênfases em conhecimento do usuário das soluções propostas, comunicação mais eficaz, aprender de forma autônoma e enfrentamento dos desafios da ciência e da inovação mais acelerados.

O documento que aborda as novas DCNs, estabelecidas como obrigatórias para todos os cursos de Engenharia no Brasil, reforça e amplia o conceito de competências como foco de aprendizagem do aluno de engenharia graduado capaz de desempenhar com sucesso sua atividade profissional e exercício da cidadania ao longo de toda a sua vida. O Quadro 7 resume em algumas frases compactas essas competências.

Quadro 7 – Competências Esperadas do Engenheiro

Perfil e Competências esperadas pelo egresso de acordo com as DCNs de 2019
Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

Perfil e Competências esperadas pelo egresso de acordo com as DCNs de 2019
Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de engenharia;
Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
Considerar aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e desenvolvimento sustentável.

Fonte: MEC (2019b)

De fato, observa-se que o leque de competências exigidas, desenvolvidas e incorporadas via processo de formação do engenheiro, é amplo. Imaginando que cada uma delas possa ser efetiva, elas precisam estar presentes de maneira interdisciplinar em uma trilha de aprendizagem, estruturada por competências.

Como Diretrizes Gerais, as DCNs trazem como obrigatório, na concepção e em especial na execução dos Projetos Pedagógicos do Curso (PPC), os seguintes requisitos a serem verificados: (a) atividades de laboratório; (b) junção de prática e teoria; (c) integração com empresa e comunidade; (d) foco no estudante como protagonista principal no processo de aprendizagem; (e) interdisciplinaridade e transdisciplinaridade; (f) iniciação científica, competições acadêmicas, monitorias, projetos de extensão em geral como atividades de voluntariado, visitas técnicas, atividades de extensão e empreendedorismo como participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades. De um modo geral, como boas práticas complementares, manter os estudantes próximos ao ambiente profissional promovendo fóruns temáticos com participação de profissionais atuantes no mercado em geral capazes de balizar todo o processo de formação dos estudantes à luz da evolução permanente da engenharia e o papel do engenheiro na sua contribuição econômica, social e ambiental, por exemplo.

Para atender à diretriz de formar o engenheiro com visão holística, isto é, com conhecimentos amplos disciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares, estrutura por disciplinas vai desde as chamadas básicas, como matemática e física, até economia e administração, organizadas individualmente ou em blocos, mas sempre carregadas de práticas laboratoriais, pesquisa e projetos reais que possam aproximar a teoria da prática.

Todo curso [...] deve conter, em seu PPC, conteúdos básicos, profissionais e específicos [...] todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar [...], dentre outras: 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, Metodologias Científica e Tecnológica e Química. Atividades práticas e de laboratório [...], indispensáveis nos casos de Física, Química e Informática. (MEC, 2019b, art. 9)

No que se refere às atividades complementares, o Projeto Final de Curso tem relevância destacada na composição da formação do engenheiro, segundo as DCNs de 2019, mais do que na versão de 2002, seja ele realizado dentro da organização de ensino, o que somará sobretudo no cabedal do conhecimento técnico-científico, ou fora dela permitindo ao aluno agrupar e potencializar todo o conhecimento adquirido até então. Seu formato e regras operacionais devem ser determinados pelo PPC, permitindo que seja individual ou realizado em grupo.

O Projeto Final de Curso deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro. [...] formato deve ser estabelecido no PPC, pode ser realizado individualmente ou em equipe [...], deve permitir avaliar a efetiva contribuição de cada aluno, bem como sua capacidade de articulação das competências visadas. (MEC, 2019b, art. 12)

O documento ainda destaca algumas práticas reais de capacitação pela integração como mercado, por exemplo, estágio obrigatório de no mínimo de 160 horas, devendo haver supervisão e avaliação. Essa prática já está presente em várias universidades, entre elas, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), especialmente nos cursos de Engenharia de Materiais e Engenharia Mecânica, estes com 800 horas, chamados de estágios supervisionados por um profissional na empresa em que o estágio se realiza com um professor orientador. A avaliação é realizada por meio de três relatórios distribuídos ao longo do período de estágio, com notas atribuídas pelo supervisor e pelo orientador na proporção 40% cada, restando 20% da nota atribuída ao Coordenação de Estágio do curso baseado no cumprimento do calendário da entrega dos relatórios e outros compromissos formais.

Outra prática relevante de integração com o mundo real é atividade de extensão, que passa a ser obrigatória com carga equivalente a 10% da carga horária total do curso específico (prática conhecida como Curricularização da Extensão (regulamentada pela Resolução n. 7 MEC/CNE/CES, de 18 de dezembro de 2018) (MEC, 2018).

Embora ainda esteja na fase inicial de sua implementação, essa prática estará em conformidade com a DCN nessa orientação para experimentar o mercado adicionado ao fato de viver e experimentar atividades de alcance comunitário. De acordo com o Parecer MEC/CNE/CES n. 1/2019 (BRASIL, 2019a), documento detalhado do Ministério da Educação publicado sobre as mudanças propostas nas DCNs de 2019, também há preocupação com a formação didática e pedagógica contínua e diferenciada dos docentes. Uma mudança importante a partir de agora é que o professor deve estimular não apenas o conhecimento pelo conhecimento, mas principalmente dar ênfase ao desenvolvimento das habilidades e das

atitudes dos estudantes, bem como deve ter a mentalidade de sempre visar ao impacto econômico, social e ambiental para que saiam da graduação mais preparados para o mundo do trabalho. Essa responsabilidade de buscar capacitação plena do docente vai além do próprio professor. As universidades e as demais organizações provedoras da educação integral do engenheiro devem estimular e prover meios para desenvolver no tempo devido a adequada formação do corpo docente. O artigo 14 do texto das DCNs de 2019 explicita esse ponto.

[...] deve estar alinhado com o PPC do curso, respeitada 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 com 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**. (MEC, 2019b, art. 14, grifos meus)

Embora ainda tratado de forma geral no documento aqui referenciado, que contém o texto completo da Resolução n. 2, a avaliação das atividades mereceu destaque. No seu artigo 13, menciona-se que deve ser: (a) contínua e indissociável de todas as atividades acadêmicas realizadas; (b) diversificada e adequada a cada etapa e atividade individual ou em equipe; e (c) com conotação de estimular o aprendizado.

A avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço em relação **ao aprendizado e ao desenvolvimento de competências**. [...] devem ser contínuas e previstas como atividade indissociável das atividades acadêmicas. [...] diversificadas e adequadas às etapas e às atividades do curso, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão. [...] pode dar-se sob forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, dentre outras, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe. (MEC, 2019b, art. 13, grifos meus)

Como resumo das alterações provocadas pelas novas DCNs, merecem destaques os seguintes pontos principais: (1) formação por competências; (2) flexibilidade curricular; (3) mais foco na prática e aprendizagem ativa, (4) avaliação contínua e ampla. O que significa formar o profissional engenheiro com visão holística, multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, com capacidade de desenvolver e aplicar tecnologias, adicionada à atuação empreendedora. Para atingir esse objetivo, cada curso pode balancear conteúdos de maneira conveniente, desde que não exclua os conteúdos básicos, profissionais e específicos, e a prática obrigatória de laboratório e vivência no mundo real.

A educação em engenharia deveria ser focada no aluno com destaque na autonomia como forma de adquirir hábito do aprendizado contínuo ao longo de toda a carreira. O processo didático passa a ser desafiador para o professor e para o aluno, implicando desenvolvimento e adaptação de formas inovadoras de ensino e aprendizagem, incluindo especial atenção para a avaliação de todas as amplas competências protagonizadas e exigidas para o sucesso do profissional engenheiro de hoje e de amanhã. A proposta é de que a educação em engenharia deixaria de ser centrada no professor e passaria a ser focada no aluno, e o currículo deixaria de focar em conteúdo e passaria a priorizar o desenvolvimento de habilidades e competências. Entretanto, essas novas Diretrizes não definiram o termo “competência”. Embora a definição do termo “competência” não constar no texto das DCNs de engenharia de 2002, a definição do termo encontrava-se no documento básico do ENEM/INEP de 2002. A definição de competência profissional é mencionada, também, na Resolução CNE/CEB n. 04/1999 (CNE, 1999) (Diretrizes Curriculares para a Educação de Nível Técnico) e na Resolução CNE/CP n. 03/2002 (MEC, 2002) (Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais/cursos superiores de tecnologia). Segundo o documento do ENEM/INEP mencionado:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. **As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber-fazer”**. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências. (BRASIL, 2019a, p. 11, grifos meus)

A “Competência profissional”, segundo as Resoluções de 1999 e 2002 mencionadas, compreendem: “[...] a capacidade de mobilizar, articular e colocar em ação valores, conhecimentos e habilidades necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho [...]” (BRASIL, 2019b) e “[...] a capacidade pessoal de mobilizar, articular e colocar em ação conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho e pelo desenvolvimento tecnológico” (BRASIL, 2019b).

2.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM COMPETÊNCIAS

Como relatado no item 2.2, a educação em engenharia vem passando por inúmeras transformações nas últimas décadas. Isso decorre não apenas da aceleração da transformação digital, mas também, das insatisfações demonstradas em experiências de professores e de estudantes, fazendo com que se repense toda a experiência do aprender, de modo a tornar a

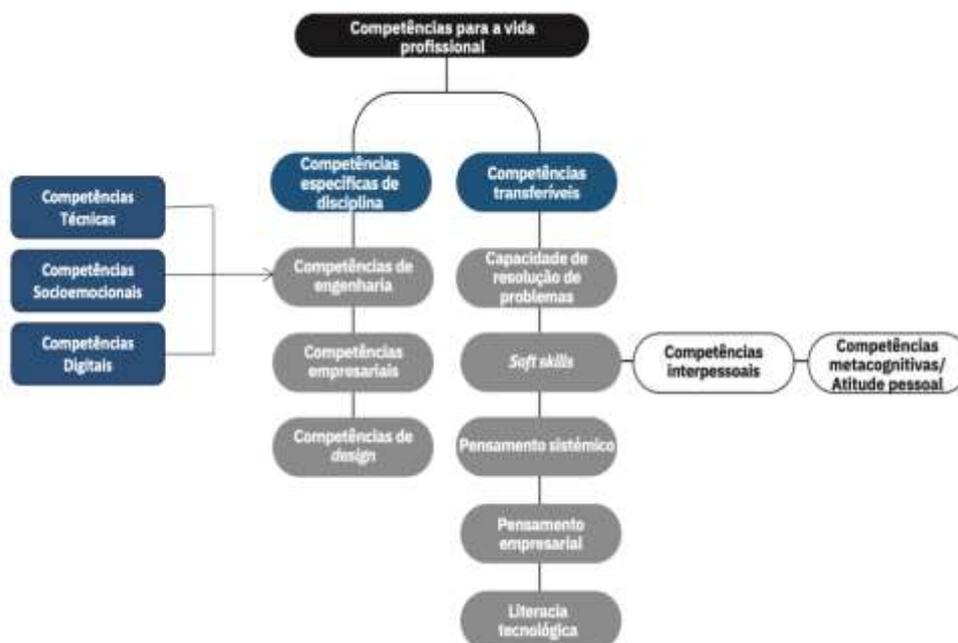
aprendizagem significativa para o estudante. É nesse contexto que surge a aprendizagem baseada em competências, ou aprendizagem por competências, que é um formato disruptivo de ensino que transcende o tradicionalismo e proporciona aos estudantes a oportunidade de mostrar os resultados desejados de aprendizagem, face aos desafios e às oportunidades da transformação digital (AMARAL, 2021).

De fato, a internet se tornou um vasto repositório de informações, em que vídeos, textos, infográficos e outros materiais estão disponíveis na palma da mão dos estudantes. No entanto, disponibilizar conteúdo é diferente de aprender a utilizá-lo e de atribuir significado a ele (HARARI, 2018). Em seu livro “*21 lições para o século 21*”, Harari (2018, p. 409) destaca que,

[...] atualmente, a última coisa que um aluno precisa de um professor é apenas informação. Em vez disso, é necessário ajudá-lo a desenvolver a capacidade de extrair significado das informações, identificar diferenças, similaridades e aplicá-las, por exemplo, na resolução de problemas do dia a dia.

De fato, para enfrentar os desafios e as oportunidades do século XXI, os estudantes de engenharia precisam ser capacitados e sentir que podem aspirar a ajudar a moldar um mundo no qual o bem-estar e a sustentabilidade – para si mesmos, para os outros e para o planeta – sejam alcançáveis, desenvolvendo as competências profissionais que a Era Digital está demandando, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Divisão das competências para a vida profissional (competências específicas e transferíveis)



Fonte: Adaptada de Universities of the Future (2018)

A OCDE (2019) identificou três “competências transformadoras” que os estudantes de engenharia precisam desenvolver para contribuir, prosperar em nosso mundo e moldar um futuro melhor:

- a) **Criar novo valor:** significa inovar para moldar vidas melhores, como criar novos empregos, negócios e serviços, e desenvolver novos conhecimentos, percepções, ideias, técnicas, estratégias e soluções e aplicá-los a problemas antigos e novos. Quando os estudantes criam um novo valor, eles questionam o *status quo*, colaboram com os outros e tentam pensar “fora da caixa”.
- b) **Conciliar tensões e dilemas:** significa levar em consideração as muitas interconexões e inter-relações entre ideias, lógicas e posições, aparentemente contraditórias ou incompatíveis, e considerar os resultados das ações tanto de perspectivas de curto quanto de longo prazo. Por meio desse processo, os alunos adquirem uma compreensão mais profunda das posições opostas, desenvolvem argumentos para apoiar sua própria posição e encontram soluções práticas para dilemas e conflitos.
- c) **Assumir responsabilidade:** ação que está relacionada à capacidade de refletir e de avaliar as próprias ações à luz de sua experiência e educação, considerando objetivos pessoais, éticos e sociais.

Em outras palavras, é imprescindível que os estudantes desenvolvam diversas competências, como as propostas pela OCDE (2019), mas particularmente as competências digitais para enfrentar os desafios e as oportunidades que a transformação digital está demandando.

O termo “competência” é abordado em várias áreas do conhecimento. Perrenoud (2013) ressalta que tanto na ciência da educação quanto na ciência do trabalho, há um consenso em relação à definição dessa palavra. Nessa perspectiva, a competência refere-se à capacidade de agir com eficácia em uma determinada situação, mobilizando e combinando recursos intelectuais e emocionais.

Zabala e Arnau (2020) complementam ao mencionar que, na aprendizagem baseada em competências, são planejadas e desenvolvidas ações nas quais devem ser mobilizados, de forma inter-relacionada, componentes conceituais, procedimentais e atitudinais.

De fato, a organização curricular por competências propõe uma abordagem diferenciada em relação ao uso dos componentes curriculares, em comparação aos modelos tradicionais de educação. Ela não se baseia na divisão por disciplinas, uma vez que as competências propostas no currículo requerem a integração de conteúdos provenientes de diversas áreas. Um exemplo dessa abordagem é a organização modular, que introduz a ideia de diferentes trajetórias

formativas nos currículos, permitindo a conclusão e a continuidade dos estudos em etapas posteriores. Cada módulo é projetado para abranger conteúdos e atividades que desenvolvam um conjunto específico de habilidades (BERGER FILHO, 1998).

Devido a essa abordagem curricular não disciplinar, o currículo por competências pode ser considerado um currículo integrado, uma vez que as competências refletem a integração de conteúdos, conceitos e processos metodológicos. No contexto da organização curricular, as competências podem ser agrupadas em blocos que justifiquem sua combinação para a formação proposta pela escola. Essa estrutura curricular pode ser composta de competências gerais e específicas, uma vez que, de acordo com Perrenoud (1999, p. 18), “[...] uma competência pode mobilizar várias outras competências”.

A primeira proposta de aprendizagem por competência foi formulada por McClelland em 1973. Em seu artigo, McClelland enfatizou que testes teóricos não devem ser utilizados para avaliar competência, uma vez que as competências desenvolvidas são observadas diretamente por meio de atividades práticas e certificadoras (McCLELLAND, 1973).

O conceito de competência pode ser compreendido como o conjunto de pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes (PCHA), que são necessários para desempenhar as funções que um profissional de engenharia deve realizar, com o intuito de alcançar os objetivos da instituição. Essa definição foi primeiramente proposta por McClelland em 1973, posteriormente adotada por Fleury e Fleury em 2001 e, mais recentemente, por Siemens em 2006, que adicionou na sua teoria conectivista o domínio intuitivo, os domínios sensório-motores, cognitivos, socioafetivos e de aprendizagem (SIEMENS, 2006).

Kulik *et al.* (2020), em uma excelente revisão de literatura sobre “competência no ensino superior” e “aprendizagem baseada em competências”, evidenciaram as novas exigências para o modelo e a qualidade do formando face às mudanças tecnológicas atuais. Os autores analisaram os conceitos, as características desenvolvidas e o campo de implementação desses conceitos no ensino superior. Segundo eles, uma missão, as tarefas e os conteúdos, qualitativamente novos da educação moderna, devem ser focados não apenas no conhecimento fundamental, mas também no desenvolvimento de competências orientadas para a prática.

De fato, a aprendizagem baseada em competências é um método eficaz para garantir que os estudantes adquiram habilidades empreendedoras, de acordo com seu desenvolvimento educacional. A principal vantagem da aprendizagem baseada em competências é que ela é uma abordagem pedagógica flexível, e o desenvolvimento depende da capacidade de cada estudante. A trilha de aprendizagem é individualizada, ou seja, o foco principal é desenvolver as

competências de cada estudante, em termos de conhecimentos e habilidades, em vez de focar em um progresso da turma como um todo (KIRADOO, 2021).

A aprendizagem baseada em competências ajuda a aprimorar as habilidades gerenciais e empreendedoras dos estudantes para competir de forma eficaz e atingir seus objetivos. É um método eficaz de treinar os fundadores de uma empresa na criação e obtenção de riqueza por meio de formas eficazes de formulação de programas e cursos em vários campos. Recomenda-se que o currículo e as atividades de formação em desenvolvimento empresarial sejam concebidos de acordo com as necessidades de mudança dos estudantes, para que o desenvolvimento de suas habilidades ocorra de forma eficiente (KIRADOO, 2021).

O desenvolvimento e a implementação da aprendizagem por competências requerem muito esforço e tempo por parte dos professores, além do apoio material e intelectual. Todavia, a dinâmica da transformação digital e do desenvolvimento da sociedade não deixa outro caminho e alternativa às universidades (EFREMOVA; HUSEYNOVA, 2021).

Uma nova tendência está surgindo na teoria da aprendizagem – “a educação digital”, que deve integrar, complementar e desenvolver os melhores exemplos de atividade educacional: métodos orientados para a prática, o uso de conteúdos digitais e ecossistemas de serviços para fornecer individualização dos alunos nas trajetórias educacionais. Hoje, um ambiente digital unificado está sendo formado, consolidando conteúdos educacionais e de pesquisa; serviços digitais estão sendo desenvolvidos, proporcionando interações internas e externas para todos os grupos de usuários. Portanto, é necessário melhorar propositadamente as competências digitais de todas as categorias de funcionários das instituições de ensino, em primeiro lugar, o pessoal docente e acadêmico (EFREMOVA; HUSEYNOVA, 2021).

De fato, trata-se da “teoria conectivista”, que foi introduzida por Siemens (2005), em seu artigo “*Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*”.

A teoria conectivista proporciona uma nova abordagem para o entendimento do conhecimento e da aprendizagem no contexto da transformação digital e de rápida mudança. O conhecimento não deve mais ser considerado como um artefato estável a ser transmitido de uma pessoa para outra, mas sim como um processo em constante evolução. A velocidade das mudanças atualmente é tão rápida que nenhuma pessoa consegue armazenar todo o conhecimento necessário para se manter competente em sua área profissional. Em vez disso, é preciso transferir uma parte desse conhecimento para a tecnologia e para outras pessoas, criando assim uma rede de conhecimento pessoal disponível para ser acessada quando necessário (SIEMENS, 2005).

O desenvolvimento dessas redes pessoais de conhecimento é fundamental tanto para o aprendizado em sala de aula quanto para a gestão do conhecimento dentro das organizações. No entanto, essas redes muitas vezes requerem facilitação, seja por meio de um instrutor de apoio ou de um gerente de conhecimento. Sem esse suporte, algumas redes terão sucesso enquanto outras falharão. Com o devido apoio, porém, muitas redes poderão prosperar e auxiliar as pessoas a alcançarem seus objetivos na sala de aula ou no ambiente de trabalho (STRANACK, 2012).

Além disso, uma rede formada por redes pessoais de conhecimento pode servir como base para o desenvolvimento de organizações de aprendizagem, capazes de se adaptar rapidamente a ambientes em constante mudança e prosperar em condições de incerteza. Uma estratégia de gestão do conhecimento conectivista pode ser uma ferramenta importante para garantir a sustentabilidade contínua das organizações na era moderna (ANDERSON; DRON, 2011).

Segundo Siemens (2005), os princípios que norteiam o conectivismo, como teoria da aprendizagem, são os seguintes:

- 1) Aprendizagem e conhecimento residem na diversidade de opiniões.
- 2) Aprendizagem é um processo de conexão de nós especializados ou fontes de informação.
- 3) Aprendizagem pode ocorrer em dispositivos não humanos, dotados de inteligência artificial.
- 4) Capacidade de saber mais é mais crítica do que é atualmente conhecido.
- 5) Nutrir e manter conexões são fundamentais para facilitar a aprendizagem contínua.
- 6) Capacidade de enxergar conexões entre áreas, ideias e conceitos é uma habilidade fundamental.
- 7) Educação continuada (atualização do conhecimento) é a intenção de todas as atividades de aprendizagem conexionistas.
- 8) A tomada de decisão é, em si, um processo de aprendizagem, pois, embora exista uma resposta correta hoje, pode ser que ela seja errada amanhã, devido às alterações no clima informacional que afetam a decisão.

De fato, o conectivismo se apresenta como uma teoria de aprendizagem para a Era Digital. Siemens (2005) delineou uma nova forma de pensar sobre a aprendizagem com base nos recentes avanços da tecnologia da informação. Ele argumenta que o conectivismo substituiu as teorias de aprendizagem anteriores, incluindo o behaviorismo, o cognitivismo e o construtivismo. Todavia, como todas as teorias, o conectivismo tem as suas limitações, mas, no

contexto desta tese, considera-se apenas a sua relevância tanto para o ensino em sala de aula quanto para as práticas de gestão do conhecimento nas organizações (STRANACK, 2012).

Siemens (2005) argumenta que a explosão de informações disponíveis na internet, o ritmo das mudanças tecnológicas, organizacionais e profissionais e o grande número de conexões *on-line* que podem ser feitas entre indivíduos e grupos via mídia social (incluindo colegas, amigos, organizações, corporações, associações, instituições, comunidades profissionais, comunidades informais, etc.) alteraram fundamentalmente a natureza de como se deve pensar sobre o conhecimento. Segundo ele, no passado, o conhecimento necessário para a competência profissional mudava pouco ao longo da carreira. Um engenheiro poderia desenvolver suas habilidades na universidade e continuar a aplicar os mesmos princípios até se aposentar.

Segundo Stranack (2012), atualmente, o ritmo das mudanças é tão rápido que a aquisição de competências exige uma aprendizagem contínua (e desaprender) e a exposição a grandes quantidades de conhecimento ao longo da vida.

De fato, a quantidade de conhecimentos necessária não pode mais estar contida na mente de um único indivíduo, e, em vez disso, de acordo com o conectivismo, agora esses conhecimentos são armazenados e processados de melhor forma por meio da tecnologia. O conhecimento hoje existe em *sites*, bancos de dados, arquivos de vídeo e milhares de outros repositórios de informações, tanto públicos (na internet) quanto privados (nas intranets organizacionais). Quantidades menores de conhecimento também são armazenadas nas mentes de diferentes pessoas. Uma pessoa terá conhecimento tácito que difere de outra pessoa, mas se elas estiverem conectadas umas às outras e com possibilidade de interagir, esse conhecimento pode ser compartilhado. Esse compartilhamento pode ocorrer por meio de interações face a face, mas também é possível por meio de ferramentas *on-line* como Twitter, Skype, Facebook, LinkedIn, Google+ e, mais recentemente, em plataformas de inteligência artificial. Como resultado, uma grande quantidade de informação está disponível para qualquer pessoa com acesso à rede, a capacidade de navegar por ela de forma eficaz e possuir uma ampla gama de conexões com pessoas experientes (STRANACK, 2012).

Para Siemens (2005), a rede em si (como base para todo aprendizado e conhecimento atual e futuro) é mais importante do que o conhecimento que flui por ela (que provavelmente ficará rapidamente desatualizado e irrelevante).

Para os conectivistas, o foco da educação deve ser o estudante e não o professor. Sendo assim, o foco deve estar na aprendizagem e não no ensino (SIEMENS, 2006). O caminho para adquirir conhecimento vem por intermédio do estudante, possivelmente com a ajuda de outros

colegas, estabelecendo sua própria rede de conhecimento pessoal de recursos de informação relevantes (por exemplo, *sites* valiosos, periódicos acadêmicos ou profissionais, conferências, dentre outras) e conexões de informação. Essas conexões podem consistir em relacionamentos com colegas de turma experientes ou profissionais, mas também em comunidades de prática *on-line*, mediadas por fóruns de discussão baseados na Web, grupos do LinkedIn ou comunidades do Twitter (STRANACK, 2012).

À medida que a rede de conhecimento pessoal do estudante (às vezes chamada de Rede de Aprendizagem Pessoal ou Ambiente de Aprendizagem Pessoal) amadurece e se expande, a qualidade da aprendizagem também aumenta, tornando-a cada vez mais valiosa ao longo do tempo. Uma rede de conhecimento pessoal eficaz pode fornecer acesso a novas ideias, inovações, experiências bem-sucedidas, resultados fracassados e, se construída com a diversidade em mente, as opiniões contrárias podem ser motivo de reflexão, de reconsideração e de crescimento pessoal (SIEMENS, 2006).

A edição especial da “*The International Review of Research in Open and Distance Learning*”, publicada em março de 2011 (volume 12, n. 3), trouxe uma visão detalhada desta teoria de aprendizagem (ANDERSON; DRON, 2011).

Nesta edição, Kop (2011) salienta três limitações importantes do conectivismo, incluindo a necessidade permanente de letramentos digitais críticos e as relações de poder na rede: (i) em primeiro lugar, o conectivismo precisa explicar como melhor apoiar o pensamento crítico dentro da rede e, também, como desafiar as relações desiguais de poder que inevitavelmente aparecerão; (ii) em segundo lugar, o nível de autonomia do aluno é outra questão importante, pois em um mundo ideal, os alunos adultos são autodirigidos (KNOWLES, HOLTON III; SWANSON, 2011), no entanto, na prática, isso efetivamente não acontece, e a participação ativa dos alunos autodirigidos é um desafio a ser enfrentado; e (iii) em terceiro lugar, o nível de presença é um fator importante para o conectivismo.

Kop (2011), salienta que todas essas três limitações podem ser mitigadas por meio de uma maior interação social dentro de uma estrutura conectivista, a construção de eventos *on-line* síncronos regulares pode ser especialmente importante para promover um importante senso de comunidade e presença entre os membros da rede. Isso pode incluir apresentações, discussões ou debates baseados na *web*, bem como a participação do aluno por meio de sessões de perguntas e respostas ou outras formas de diálogo *on-line*. Dessa forma, novas ideias críticas podem ser introduzidas e discutidas. Os facilitadores, assim como outros alunos, também podem orientar os menos autodirigidos ao longo de um caminho para um maior empoderamento por meio de comportamento demonstrado, bem como orientação ou treinamento (KOP, 2011).

Como mencionado em item anterior, Educação em Engenharia, o perfil das competências a serem desenvolvidas pelos estudantes envolve pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes, que incluem a conduta criativa, questionadora e científica, e essas qualidades, quando se trata de conhecimentos básicos necessários para a profissão, demandam o desenvolvimento de capacidades como observar, identificar variáveis intervenientes, analisar dados e informações e propor metodologias de investigação (FREIRE JUNIOR *et al.*, 2013). Esses autores falam que o processo educacional contemporâneo deve visar à formação de um profissional pronto para aprender sempre, buscando e gerenciando informações, derivando delas o conhecimento necessário para interagir no seu meio em condições de compreender e de propor soluções para cada nova situação.

De fato, o ambiente educacional se torna cada vez mais ubíquo, bem como as ferramentas utilizadas pelos estudantes, pois eles passam a estudar em qualquer lugar e tempo, desde que haja conectividade (VERMA; SOOD; KALRA, 2017).

Isso abre campo para analisar a educação continuada, aquela que ocorre em diversas partes da universidade e fora dela, além do ambiente presencial ou virtual de aprendizagem. Portanto, repositórios de conhecimento integrados aos ambientes virtuais de aprendizagem podem colaborar para a Gestão do Conhecimento (DNEPROVSKAYA; KOMLEVA; URINTSOV, 2019; TIKHOMIROV; DNEPROVSKAYA; YANKOVSKAYA, 2015).

No contexto da aprendizagem baseada em competências, os princípios da CDIO² Initiative (CRAWLEY *et al.*, 2011), criada no Massachusetts Institute of Technology (MIT), com participação de outras universidades renomadas, são efetivamente relevantes. O CDIO é uma iniciativa que visa unir teoria e prática de maneira inovadora. Sua aplicação utiliza uma série de levantamentos iniciais. Deles, são estabelecidos os resultados esperados do novo currículo para o contexto estudado. Passa-se então ao processo de efetivação do que foi planejado, partindo-se para a operação do programa e iniciando-se o processo de aprendizagem do estudante dentro do que foi projetado no âmbito da iniciativa CDIO.

De acordo com Borrás e Torres (2021), o currículo é baseado numa visão norteadora detalhada, como a seguir:

- a) Organizado ao redor de disciplinas que se apoiam mutuamente, com alto grau de imbricação com as atividades CDIO.
- b) Enriquecido com projetos desenhados e construídos com os estudantes.
- c) Realizado com uma abordagem integrada para aprender habilidades não técnicas.

² Concepção, Desenvolvimento, Implementação e Operação.

- d) Consolidado oferecendo um aprendizado ativo e experiencial.
- e) Realizado tanto nas salas de aula quanto em laboratórios e espaços de trabalho para aprendizagem modernos.
- f) Concretizado com melhoramento contínuo por meio de um processo de avaliação robusto.

Essa abordagem de ensino em engenharia vem sendo aplicada com sucesso em diversos cursos de engenharia, nacionais e internacionais. Em paralelo, os processos industriais estão se transformando de forma irreversível, com a evolução dos sistemas de *big data*, internet industrial das coisas, inteligência artificial e aprendizado de máquina. Como consequência, o perfil do engenheiro terá de contemplar novas competências para lograr êxito no mercado de trabalho (BORRÁS; TORRES, 2021).

Dessa forma, a utilização de metodologias ativas e cooperativas – parte da aplicação da iniciativa CDIO – como aprendizagem baseada em projeto, salas de aula invertidas (*Flipped Classroom*) e o aprendizado híbrido (*Blended Learning*) devem ser considerados e implementados para aumentar a abrangência e a qualidade dos cursos e instituições de ensino superior existentes. O foco do CDIO é capacitar o estudante no “aprender a fazer”, isto é, estudar, pesquisar e construir “alguma coisa”. Projetos realizados em equipes e que integrem atividades práticas com os conhecimentos teóricos abordados em aulas expositivas têm sido divulgados com maior frequência nos últimos anos (CHRISTENSEN *et al.*, 2011; ENGSTRÖM, 2014; SAEKI; IMAIZUMI, 2013; SCHNAID, 2006).

De fato, a primeira versão dos padrões CDIO foi apresentada em 2005 (CRAWLEY; BRODEUR, 2005). No contexto desta tese, o objetivo é explorar se o cumprimento dos padrões CDIO atuais ainda corresponde às expectativas colocadas sobre os graduados dos principais cursos de engenharia em todo o mundo. Nesse sentido, nesta fundamentação teórica, na sequência, serão abordados os temas “transformação digital que está ocorrendo na educação” e na “educação digital” e as “competências digitais”, consideradas essenciais hoje e no futuro dos profissionais de engenharia. Ao longo desta fundamentação teórica, também, serão evidenciadas as práticas pedagógicas que visam a desenvolver essas competências digitais.

Na formulação do “modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia baseado em competências digitais, para atender a desafios e oportunidades da transformação digital, propõe-se que essas competências digitais sejam incorporadas ao CDIO como um padrão CDIO “opcional”. Considerando que os padrões CDIO originais ou “básicos” são definidos com as expectativas de um bacharelado em engenharia, um padrão CDIO “opcional” indica uma competência mais avançada ou ampliada, a ser incorporada em uma

educação continuada, conforme proposto nesta tese, com descrição, justificativa e evidências sugeridas.

2.4 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA EDUCAÇÃO

A transformação digital é um dos grandes desafios enfrentados pelas empresas contemporâneas, as necessidades de aproveitar as tecnologias digitais para implementar e desenvolver novos negócios fazem com que as empresas avaliem a capacidade, a cultura e as estruturas existentes para identificar quais tecnologias podem ser relevantes e como serão aplicadas nos processos da empresa. Pode-se afirmar que é a religião fundamental de como uma organização opera. O objetivo de uma transformação digital, conforme descrito no livro de Lamarre, Smaje e Zimmel (2023), “*Rewired: The McKinsey Guide to Outcompeting in the Age of Digital and AI*”, deve ser construir uma vantagem competitiva implantando continuamente a tecnologia em escala para melhorar a experiência do cliente e reduzir custos. Entretanto, o termo “transformação digital” evoluiu para um termo genérico que significa coisas diferentes para pessoas diferentes. Isso é um problema. A transformação digital é uma estratégia fundamental para que as organizações possam não apenas competir, mas sobreviver (MATT; HESS; BENLIAN, 2015).

Quais recursos são necessários para impulsionar a transformação digital? Sem dúvida, esta é uma questão-chave em contexto de transformação digital, que está atingindo todos os setores da atividade humana. Uma transformação digital bem-sucedida requer uma variedade de ações coordenadas. Em um *paper* publicado em junho de 2023, a empresa de consultoria McKinsey and Company apresenta seis capacidades críticas para uma transformação digital bem-sucedida: (i) Capacidade de elaborar uma estratégia clara com foco no valor comercial; (ii) Forte banco de talentos interno; (iii) Modelo operacional escalável; (iv) Tecnologia distribuída que permite a inovação independente das equipes; (v) Acesso a dados utilizáveis pelas equipes; e (vi) Adoção e gerenciamento de mudanças eficazes. Segundo a McKinsey and Company (2023), nenhuma transformação digital pode ser bem-sucedida sem uma ação coordenada em todas essas seis capacidades críticas (LAMARRE; SMAJE; ZEMMEL, 2023).

Entretanto, do ponto de vista acadêmico, o termo “transformação digital” foi primeiramente definido no livro “*Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice*”, publicado pela Kluwer Academic Publishers, hoje Springer, em 30 de junho de 2004, como “[...] as mudanças que a tecnologia digital causa ou influencia em todos os aspectos da vida humana” (STOLTERMAN; FORS, 2004, p. 689).

A Transformação Digital tem impactado significativamente todos os setores da atividade humana, e a educação não é exceção, por isso, alguns tópicos relacionados, conforme apontam Reis *et al.* (2018), Henriette *et al.* (2015), Horlach *et al.* (2017), Karagiannaki, Vergados e Fouskas (2017), Luna-Reyes e Gil-Garcia (2014), Mergel, Edelman e Haug (2019), Liere-Netheler *et al.* (2018) e Westerman (2016), podem ser considerados:

- a) **Aprendizado *on-line* e plataformas de ensino a distância:** a tecnologia permitiu a criação de plataformas de ensino a distância e a expansão do aprendizado *on-line*. Isso tornou a educação mais acessível e flexível para estudantes de todas as idades e localizações.
- b) **Inteligência Artificial na Educação:** o uso de IA em educação permite personalizar o ensino, oferecendo aos alunos *feedbacks* e recomendações em tempo real, adaptando o conteúdo de acordo com as necessidades individuais e monitorando o progresso do aprendizado.
- c) **Realidade Virtual e Aumentada:** essas tecnologias estão sendo utilizadas na educação para criar experiências imersivas e interativas, permitindo aos alunos explorar e aprender de maneiras que antes não eram possíveis.
- d) **Big Data e análise de dados:** o uso de análise de dados em educação pode ajudar a identificar padrões, tendências e lacunas no aprendizado, melhorando o processo educacional e ajudando a desenvolver políticas e estratégias mais eficazes.
- e) **Ensino híbrido:** a combinação de métodos de ensino presencial e *on-line* permite a criação de ambientes de aprendizado mais eficientes e flexíveis, adaptados às necessidades dos estudantes.
- f) **Competências digitais:** a Transformação Digital também trouxe a necessidade de desenvolver competências digitais, tanto para estudantes quanto para professores, a fim de garantir que todos estejam preparados para lidar com as novas tecnologias e desafios no campo da educação.
- g) **Acesso à tecnologia e inclusão digital:** é fundamental garantir que todos os estudantes e professores tenham acesso às tecnologias necessárias para participar da educação digital, reduzindo a exclusão e as desigualdades no acesso à educação.
- h) **Simulações e modelagem computacional:** a utilização de *softwares* avançados de simulação e modelagem computacional pode ajudar os estudantes a compreenderem melhor conceitos complexos, realizarem experimentos virtuais e analisarem o comportamento de sistemas mecânicos em diferentes cenários.

- i) **Fabricação digital e prototipagem rápida:** a integração de tecnologias como impressão 3D, manufatura aditiva e usinagem CNC no ensino de Engenharia Mecânica permite aos estudantes projetar, testar e fabricar componentes e sistemas mecânicos de maneira mais eficiente e rápida.
- j) **Internet das Coisas (IoT) e automação:** a aplicação de sensores, atuadores e sistemas de comunicação na Engenharia Mecânica permite o desenvolvimento de sistemas inteligentes e automatizados. Isso pode ser explorado no ensino para capacitar os estudantes a projetarem e a trabalharem com essas tecnologias emergentes.
- k) **Colaboração e trabalho em equipe virtual:** a Transformação Digital possibilitou a colaboração e o trabalho em equipe entre estudantes e profissionais de Engenharia Mecânica de diferentes locais. Plataformas e ferramentas de comunicação e colaboração podem ser incorporadas ao ensino para facilitar a troca de ideias e a realização de projetos em grupo.
- l) **Ensino baseado em projetos e aprendizado experiencial:** o uso de metodologias de ensino baseadas em projetos e experiências práticas, apoiadas por tecnologias digitais, pode aumentar o engajamento e a retenção de conhecimento dos estudantes de Engenharia Mecânica.
- m) **Laboratórios remotos e experimentação virtual:** a criação de laboratórios remotos e a possibilidade de realizar experimentos virtualmente, por meio de plataformas *on-line* e realidade virtual, podem expandir o acesso dos estudantes a recursos e equipamentos, permitindo que eles realizem experimentos e testes independentemente da localização.
- n) **Formação contínua e atualização profissional:** a rápida evolução das tecnologias e a necessidade de atualização constante no campo da Engenharia destacam a importância da formação contínua e do desenvolvimento profissional, que podem ser facilitados por cursos *on-line*, workshops e seminários virtuais.

De fato, a transformação digital é o termo mais amplo usado para descrever uma abordagem intensiva para o desenvolvimento eficaz de organizações inteiramente novas, com base em tecnologias digitais, novas ferramentas e melhores práticas de negócio. Essa abordagem é um desafio que as organizações de hoje enfrentam, e as instituições de ensino superior não são exceção (MATKOVIC *et al.*, 2018).

O desenvolvimento das três primeiras décadas do século XXI trouxe desafios provenientes da transformação digital, além das “competências transformadoras” que os

estudantes de engenharia precisam desenvolver para moldar um futuro melhor, que são necessárias para enfrentar esses desafios. Os modelos de negócios disruptivos, novas tecnologias e as mudanças apresentadas para os trabalhadores, que agora precisam dividir seus lugares com máquinas, são alguns dos desafios a serem enfrentados nas empresas. A era digital trouxe a quarta Revolução Industrial, e, com ela, veio a diminuição do uso das habilidades manuais e físicas, que eram essenciais para o mundo do trabalho no início do século XX, e o aumento da necessidade de habilidades cognitivas e intuitivas (SIEMENS, 2006).

Segundo Broo, Kaynak e Sait (2022), os 3Rs, *Reading, wRiting, aRithmetics* (Leitura, Escrita e Matemática, em português), transformaram-se graças ao grande volume de *big data* nos 3S, *Searching, Sharing e Simulation* (Pesquisa, Compartilhamento e Simulação, em português). *Searching* diz respeito ao *just-in-time learning*, que incentiva o indivíduo a buscar o conhecimento onde ele estiver. Já o segundo S, *Sharing*, traz a importância da transdisciplinaridade de grupos de trabalho, com o compartilhamento de informações e troca de conhecimentos. O último S, *Simulation*, se refere à forma como o trabalho será feito: por meio de computadores, utilizando equipamentos de simulação.

Das muitas referências conhecidas, sabe-se que transformação digital envolve a utilização de tecnologias digitais como a inteligência artificial, *big data*, computação em nuvem, realidade virtual e aumentada, Internet das Coisas (IoT) e automação, para que possam redefinir processos de negócios, criar novos modelos de negócios e melhorar a interação com *stakeholders*. A era digital afeta todos os setores da economia, desde empresas tradicionais até *startups*, governos e instituições sem fins lucrativos. Mais de 75% das empresas pretendem adotar essas tecnologias nos próximos cinco anos, e vale notar que, conforme aponta o Fórum Econômico Mundial (2023), 81% das empresas buscarão adotar tecnologias de educação e desenvolvimento de mão de obra até 2027. É previsto, também pelo Fórum Econômico Mundial, que entre 2023 e 2027 as tecnologias de análise de *big data*, mitigação de mudanças climáticas, administração ambiental e criptografia e cibersegurança liderarão as tecnologias com maior impacto na geração ou remoção de empregos (OECD, 2023).

No entanto, no Brasil essa conscientização foi tardia, se comparado aos demais países no cenário internacional. Apenas em 2017 foi formado um Grupo de Trabalho Interministerial, promulgado pelo Decreto Presidencial n. 9.319/2018, o qual gerou relatórios sobre as áreas em que se deve investir para alavancar a transformação digital no país, que foi definida na “Estratégia Brasileira para a Transformação Digital: documento base para discussão pública” (CGEE-MCTI, 2022).

Portanto, mudanças devem ser introduzidas no currículo dos cursos de engenharia para que o futuro profissional esteja capacitado a atuar no mundo do trabalho, que exige competências e habilidades inovadoras. Atualmente, esse currículo não prepara os engenheiros para lidar com altos volumes de dados, que precisam ser integrados em sistemas interoperáveis. A nova geração de engenheiros deverá ter fluência no uso de diferentes tecnologias, métodos e metodologias, porém, enquanto esses temas são comuns em currículos de ciência da computação, eles acabam sendo pouco abordados em formações de engenharia (BROO; KAYNAK; SAIT, 2022).

É importante que as organizações entendam que transformação digital não é criar novos *sites*, curtir e postar nas redes sociais ou ofertar em lojas virtuais. A era digital exige mudanças disruptivas na sociedade, estabelecendo uma rápida adoção das tecnologias digitais e, portanto, a pressão nas empresas e nos profissionais do futuro é grande. A mudança que ocorre com a transformação digital transforma a cultura de uma organização, tornando-a de alto desempenho em inovação promovendo as mudanças, sem medo de ousar, é uma mudança cultural e organizacional (SILVA, 2018).

Em particular, em relação às instituições de ensino superior, de um lado, a transformação digital apresenta intensa demanda por modificações estruturais nas formas de ensino e aprendizagem e, de outro, oferece uma gama de mecanismos para modificação das estruturas organizacionais das instituições de ensino (PACHECO; SANTOS; WAHRHAFTIG, 2020)

Peixoto (2019) destaca as oito perspectivas que a transformação digital trouxe para a educação, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – A Perspectiva da Transformação Digital



Fonte: Peixoto (2019)

Além disso, há também a transformação digital da sociedade, a chamada Sociedade 5.0, a qual se concentra na resolução de problemas sociais por meio do uso de tecnologias, como IoT, Inteligência Artificial, robótica avançada e energias renováveis (ZENGIN *et al.*, 2021).

Assim, cabe ao “Engenheiro do Futuro” estar preparado para lidar com a transformação digital no contexto da Indústria 4.0 (ou 5.0) e da Sociedade 5.0. Atualmente, é evidente que as formas educacionais que se tem seguido estão ensinando as coisas erradas e é necessária uma mudança significativa para facilitar o desenvolvimento de competências técnicas, cognitivas, não cognitivas (*Soft Skills*) e, particularmente, as competências digitais (EUROPEAN COMMISSION, 2018). Isso inclui os “4Cs do aprendizado do século XXI”, que são: Pensamento Crítico, Criatividade, Colaboração e Comunicação (BROO; KAYNAK; SAIT, 2022).

Broo, Kaynak e Sait (2022) define 12 fatores que podem ter um grande impacto na educação em engenharia: (i) Automação; (ii) Conectividade; (iii) Dados; (iv) Ética de dados; (v) Eletrificação (vi); Educação Superior; (vii) Inteligência Artificial; (viii) Mercado de Trabalho; (ix) ESG (metas de sustentabilidade); (x) Desenvolvimento Tecnológico; (xi) Confiança na tecnologia; e (xii) Aprendizado contínuo (*lifelong learning*). Salienta-se ainda as possibilidades de melhoria que a transformação digital pode trazer para a Educação em Engenharia, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Benefícios da Transformação Digital na Educação



Fonte: Elaborada pelo autor desta tese (2023)

Em particular, em relação à “Educação em Engenharia”, a transformação digital trouxe consigo a oportunidade de o estudante adquirir conhecimentos fora da sala de aula, proporcionando que ele aprenda no seu próprio ritmo, e que desenvolva os 3S, citados anteriormente. Outro benefício da inclusão das tecnologias digitais educacionais, segundo Broo Kaynak e Sait (2022), é o fato de que não apenas os estudantes tenham proveito do seu tempo e suas competências avaliadas de melhor forma, mas também os docentes, que poderão dedicar-se às atividades de pesquisa e extensão.

Em relação aos desafios da Transformação Digital na Educação em Engenharia, uma das principais barreiras pode ser a adesão dos docentes às novas tecnologias digitais educacionais. Os professores não conseguem se atualizar no mesmo ritmo que as ferramentas de educação surgem (SPECTOR, 2018). Ademais, a estrutura departamental que rege o modelo administrativo das universidades é um sistema que faz com que o modelo de ensino não consiga acompanhar as mudanças aceleradas da sociedade moderna do século XXI (DIOGO, 2023).

Concluindo, a transformação digital é um processo contínuo e necessário para as universidades se adaptarem às demandas do mundo digital ao adotar um modelo de Educação em Engenharia que agregue tecnologia, desenvolva competências técnicas, cognitivas, não cognitivas e digitais, que desenvolva uma mentalidade inovadora e empreendedora no futuro profissional de engenharia e, sobretudo, que permita a implementação de uma educação digital.

2.5 EDUCAÇÃO DIGITAL

No contexto desta tese, o termo “educação digital” se refere ao uso e ao avanço de tecnologias digitais para o ensino e a aprendizagem na educação em engenharia, formal e não formal, dentro de uma comunidade, juntamente com a infraestrutura necessária para apoiar essa provisão.

De fato, educação digital não se confunde com educação a distância, mas pode ser considerada uma evolução do *e-learning* (MAKAROVA; SHUBENKOVA; ANTOV, 2019). O *e-learning* se baseava nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para a transmissão de conteúdo no modelo tradicional de ensino, com o professor ainda sendo peça central do processo de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, a educação digital pode ser aplicada tanto no ensino presencial, semipresencial, a distância quanto simultânea. Ela incorpora tecnologias educacionais modernas e metodologias baseadas em aprendizagem ativa, colocando o estudante no centro da

aprendizagem, fazendo com que ele se sinta parte das soluções propostas para as necessidades da sociedade (DIOGO, 2023).

Conforme mencionado no item 2.4, a transformação digital, com suas tecnologias, está impactando a educação de forma significativa. Essas tecnologias podem ser incorporadas em diferentes níveis de um programa de educação em engenharia, formal e não formal, como indicado no Quadro 8 (NUSCHE; MINEA-PIC, 2020).

Quadro 8 – Pontos de entrada das tecnologias digitais nos sistemas educacionais

Nível de entrada da tecnologia	Descrição
Objetivos de aprendizagem para alunos e educadores	Habilidades digitais <i>hards</i> e <i>softs</i> , competências e TICs específicas fazem cada vez mais parte do currículo, padrões de educação e estruturas de competência para a educação superior, e estão amplamente disponíveis por meio de provedores de educação não formal.
Ferramentas para apoiar a aprendizagem dos estudantes	As tecnologias digitais são ferramentas essenciais para apoiar a aprendizagem na sala de aula, escola, casa ou outros locais, por exemplo, bibliotecas. Essas tecnologias incluem TIC em geral, materiais multimídia, ambientes multitarefa e interativos, jogos e simulações, ambientes colaborativos e Web 2.0, entre outros.
Ferramentas para apoiar o ensino dos professores	As tecnologias digitais podem ser integradas nas práticas de ensino para melhorar a aprendizagem dentro e fora da sala de aula. Além das usadas com os alunos, os professores estão usando tecnologias para se comunicar com os colegas e outras partes interessadas, preparar aulas e para desenvolvimento pessoal, compartilhamento de conhecimento, <i>networking</i> e colaboração, entre outros.
Ferramentas de apoio à gestão das instituições ou sistemas educacionais	Além da experiência específica de aprendizagem, seja em sala de aula ou <i>on-line</i> , as tecnologias digitais estão sendo usadas para gerenciar instituições e sistemas educacionais. O uso de tecnologias digitais é generalizado para planejamento e gerenciamento operacional, gerenciamento de dados e tomada de decisão, <i>marketing</i> e comunicação com as partes interessadas.

Fonte: Nusche e Minea-Pic (2020)

O Quadro 9 apresenta exemplos desses aplicativos digitais na educação, classificados por tecnologia de ponta. Além disso, muitas dessas tecnologias são incorporadas a tecnologias de uso geral, além de produtos específicos de tecnologia educacional (SOUTHGATE *et al.*, 2019; SOUTHGATE, 2020).

Quadro 9 – Tecnologias de ponta selecionadas e aplicadas em educação

Tecnologia	Descrição	Aplicações na Educação
Inteligência Artificial (IA)	A capacidade de uma máquina de se envolver em atividades cognitivas normalmente realizadas pelo cérebro humano.	Intelligent tutoring systems (SOUTHGATE <i>et al.</i> , 2019; SOUTHGATE, 2020) Pedagogical agents (SOUTHGATE <i>et al.</i> , 2019; SOUTHGATE, 2020) Adaptive learning and learning analytics (SOUTHGATE <i>et al.</i> , 2019; SOUTHGATE, 2020).
Internet das Coisas (IoT)	Dispositivos físicos habilitados para Internet que podem coletar e compartilhar dados.	Smart classroom (SOUTHGATE <i>et al.</i> , 2019; Southgate, 2020) School safety and security (KAMALRAJ <i>et al.</i> , 2020) Campus management (BAGHERI; MOVAHED, 2016)
<i>Big Data</i>	Conjuntos de dados cujo tamanho ou tipo está além da capacidade das estruturas de banco de dados tradicionais de capturar, gerenciar e processar informações.	Personalised adaptive learning (PENG <i>et al.</i> , 2019) Performance prediction (MUTHUKRISHNAN <i>et al.</i> , 2018) Predicting at risk students (AULCK <i>et al.</i> , 2017; LI <i>et al.</i> , 2020)
<i>Blockchain</i>	Uma série imutável de registros de dados com registro de data e hora supervisionados por um cluster de computadores não pertencentes a nenhuma entidade única.	Credentialing and fraud reduction (CHEN; HAO, 2022) Digital guardianship consent (GILDA; MEHROTRA, 2018) Learning rewards systems (ZHONG <i>et al.</i> , 2018) IPR protection (HORI <i>et al.</i> , 2018)
5G	Nova geração de conectividade de internet móvel.	Enabling infrastructure (BARATÈ <i>et al.</i> , 2019; XUE; MAO, 2021)
Manufatura Aditiva 3D	A produção de objetos tridimensionais a partir de um arquivo digital.	Secondary skill development (FORD; MINSHALL, 2019) Special education and assistive technologies (BUEHLER <i>et al.</i> , 2016) Inclusive innovation (WOODSON <i>et al.</i> , 2019)
Robótica	Máquinas programáveis que podem realizar ações e interagir com o ambiente por meio de sensores e atuadores de forma autônoma ou semiautônoma.	Educational companionship and tutoring (CAUSO <i>et al.</i> , 2016) Assistive technologies and inclusion (ENCARNAÇÃO <i>et al.</i> , 2017) Delivery systems (KIM <i>et al.</i> , 2020)
Drones	Um robô voador que pode ser controlado remotamente ou voar de forma autônoma usando um software com sensores e GPS.	Virtual field trips (PALAIGEORGIU <i>et al.</i> , 2017)

Tecnologia	Descrição	Aplicações na Educação
		Low-cost precision mapping (MUTHUKRISHNAN; WINISKI, 2016) Building inspection (RAKHA; GORODETSKY, 2018) Security monitoring and emergency response (RAHN, 2021; RAVOORY <i>et al.</i> , 2021)
Células Fotovoltaicas	Tecnologia que transforma a luz solar em eletricidade de corrente contínua usando semicondutores dentro de células fotovoltaicas.	Off-grid power generation (HANUS <i>et al.</i> , 2019) Renewable energy education (KACAN, 2015)
Realidade Mista	Mistura entre realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR), uma tecnologia para criar ambientes em que objetos virtuais interagem com objetos reais no espaço físico.	Creamer media engineering news. Meta safety Meta security. Metaverse, 2022 (DAMAR, 2021; FERNANDEZ; HUI, 2022)

Fonte: Adaptado de UNCTAD (2021)

O aumento do uso de tecnologias digitais tem se tornado um pilar na política educacional nacional e internacional (OFFICE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, 2017; SPIRES; MEDLOCK; KERKHOFF, 2018; EUROPEAN UNION, 2018).

No Brasil, diversos atores têm trabalhado no desenvolvimento dos programas de modernização da educação em engenharia, como a Academia Nacional de Engenharia (ANE, 2015), a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) e a Comissão Fulbright Brasil. Estes últimos são representantes de um programa liderado pelo governo dos Estados Unidos que, em conjunto com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e com apoio do Conselho Nacional de Educação (CNE), publicou o Edital n. 23/2018, referente ao Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG-EUA).

Além do PMG, outras instituições e cursos estão desenvolvendo programas de modernização independentes, por exemplo: IME, INSPER, PUCRJ, PUCRS, incluindo também os cursos de Engenharia do Centro Tecnológico da UFSC.

O PMG contemplou oito Projetos Institucionais de Modernização (PIM), conforme mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – PIMs selecionados pelo Edital n. 23/2018, da CAPES-Fulbright

Cursos	Universidades
Engenharia de Controle e Automação	PUCPR
Engenharia Mecânica	SENAI CIMATEC
Engenharia de Produção	UFRGS
Engenharia Ambiental	UFRJ
Engenharia de Materiais	UFSCar
Engenharia Eletrônica	UNIFEI
Engenharia Civil	UNISINOS
Engenharia Química	USP

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2020)

Existe uma grande rede de troca de informações e experiências de construção de novos currículos e aplicação de novas metodologias. Alguns dos principais eventos nacionais sobre o tema são: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e Ciclo de Debates desenvolvido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), 2020, e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), 2020, além das reuniões frequentes de inúmeros comitês, como o Comitê de Ensino da ANE.

Essas iniciativas vão além da educação em engenharia, pois são sustentadas pelos pilares da educação digital e das tecnologias educacionais digitais (DIOGO, 2023).

Apesar do entusiasmo geral em relação aos potenciais benefícios das tecnologias digitais na educação, existem desafios significativos para a adoção e uso dessas tecnologias no âmbito educacional. Esses desafios podem ser categorizados em termos de 1) acesso; 2) motivação e competências; e 3) evidências de resultados.

O acesso é um desafio multifacetado que envolve tanto o acesso a provedores de educação digital quanto o acesso às próprias tecnologias digitais. Em primeiro lugar, devido a densidades populacionais mais baixas, é menos provável que áreas geográficas rurais e remotas tenham acesso ao mesmo número ou variedade de provedores de educação digital em comparação com áreas urbanas. É razoável afirmar que poucas cidades pequenas e áreas rurais possuem instituições de ensino superior ou têm a capacidade de sustentar um significativo negócio de treinamento em habilidades digitais. Em segundo lugar, embora tenha havido um aumento no acesso às tecnologias digitais na educação formal, tanto o acesso quanto a adequação dessas tecnologias não são uniformes internacionalmente. Mesmo que alunos ou educadores possam acessar tecnologias digitais em suas instituições, eles podem não ter o

mesmo acesso ou conexão com a internet em suas casas, especialmente se forem economicamente desfavorecidos ou provenientes de áreas rurais (OCDE, 2019).

Sem dúvida, existem evidências de uma maior integração de competências digitais básicas e avançadas nos currículos de todos os níveis da educação formal e não formal. O letramento digital faz parte de forma significativa do movimento mais amplo das competências digitais do século XXI, que inclui criatividade e pensamento crítico (WORLD ECONOMIC FORUM, 2015; GLOBAL PARTNERSHIP FOR EDUCATION, 2020). Pesquisas recentes sugerem que o letramento digital também está se tornando cada vez mais presente nos currículos dos cursos de engenharia (OCDE, 2019).

As competências e práticas digitais dos professores são igualmente, se não mais, importantes do que as dos estudantes (SCHLEICHER, 2020). Embora os dados da UE indiquem que os professores aprimoraram suas competências digitais durante o período da COVID-19 (EUROPEAN UNION, 2021), da mesma forma como ocorreu no Brasil (OLIVEIRA; ROCHA, 2021), deve-se levar em consideração que o comprometimento de tempo necessário para acompanhar as inovações tecnológicas e pedagógicas dos professores é significativo.

Assim como os estudantes e professores, o ambiente institucional em que ocorre a aprendizagem pode representar desafios significativos para a adoção e uso bem-sucedido de tecnologias digitais. Vários estudos descobriram que a adoção bem-sucedida de tecnologias digitais na educação requer uma liderança forte, ênfase na conexão entre objetivos pedagógicos e tecnologias digitais, adoção de tecnologias digitais em toda a escola, foco no processo e colaboração com parceiros externos (VOOGT *et al.*, 2011).

Todavia, salienta-se que a educação digital não se resume apenas às tecnologias educacionais digitais, mas também compreende metodologias baseadas em aprendizagem ativa, ferramentas inteligentes de suporte acadêmico, envolvimento com os *stakeholders* e outras ações voltadas para a aprendizagem baseada em competências, alinhadas com a transformação digital. Em outras palavras, na educação digital ocorre a transmissão e a cocriação do conhecimento, com o desenvolvimento de pensamentos, conhecimentos, habilidades, atitudes e valores pessoais. Por sua vez, as tecnologias educacionais estão conectadas à educação digital por meio da análise de dados e da inteligência artificial para a gestão do conhecimento organizacional. Elas também apoiam a Educação em Engenharia, seja de forma presencial, híbrida, a distância ou simultânea. As novas tecnologias educacionais estão baseadas em praticamente todos os pilares da Indústria 4.0, como IoT, simulação, realidade aumentada e mista, *big data*, entre outros. Por outro lado, a educação digital está ancorada nas próprias

tecnologias educacionais, mas também em ferramentas, métodos e ações para a formação efetiva de competências (DIOGO, 2023).

Por exemplo, tem-se metodologias baseadas em aprendizagem ativa, educação para a sustentabilidade, PjBL (*Project-based Learning*), aproximação dos *stakeholders* (BORG *et al.*, 2019) e ferramentas inteligentes para gestão acadêmica (DNEPROVSKAYA; KOMLEVA; URINTSOV, 2019; VERMA; SOOD; KALRA, 2017).

Salienta-se, também, que a educação digital tem impacto nos processos da educação em engenharia moderna, tanto no processo de ensino como no processo de aprendizagem. Ela envolve a adaptação da universidade, dos cursos de engenharia e dos *stakeholders* ao contexto do mundo, a percepção de problemas, a inferência de conclusões, a autoaprendizagem, a antecipação e a auto-organização (MARUTSCHKE *et al.*, 2019; USKOV *et al.*, 2016; 2017b).

Em outras palavras, um curso de engenharia e seus participantes precisam se adaptar ao contexto ao seu redor. Eles devem perceber as demandas da indústria e da sociedade, inferir conclusões sobre possíveis soluções e se envolver em um ciclo de autoaprendizagem, principalmente os estudantes, para se tornarem ativos e não dependerem apenas do ensino dos professores. Os cursos devem antecipar as mudanças tecnológicas impostas pela transformação digital e se organizar em uma estrutura atualizável, não limitada pelas divisões departamentais (DIOGO, 2023).

A educação digital contribui para o ensino personalizado, e cada estudante tem seus próprios objetivos pessoais e profissionais (TIKHOMIROV; DNEPROVSKAYA; YANKOVSKAYA, 2015). Além disso, deve-se considerar outro tipo de ensino personalizado, no qual o estudante escolhe as ferramentas educacionais que melhor se adequam a ele e ao seu ritmo. O aluno recebe apoio automatizado das ferramentas educacionais e mentoria dos professores (USKOV *et al.*, 2017a; 2019).

Para isso, as universidades que adotam a educação digital estabelecem parcerias estratégicas com a indústria, ouvem as partes interessadas e oferecem programas formativos atualizados de acordo com as demandas da transformação digital. Em outras palavras, elas formam os estudantes por competências, aplicando pensamentos, conhecimentos com habilidades, atitudes e valores (SIEMENS, 2006).

As competências a serem desenvolvidas na educação digital devem incluir habilidades de comunicação, colaboração, inovação, aprendizagem ao longo da vida e gestão de projetos internacionais. Além disso, a educação digital se apoia na inteligência artificial para o ensino e a gestão das operações da universidade. Ela utiliza livros com realidade aumentada, trilhas de robótica e laboratórios virtuais e remotos. Devido às oportunidades que os estudantes têm de

estudar onde quiserem e a qualquer momento, a educação digital torna a educação em engenharia menos custosa, já que a infraestrutura universitária é reduzida, uma vez que parte da tecnologia é transferida para o ambiente no qual o estudante está, sendo ele responsável pelos custos operacionais (UNIVERSITIES OF THE FUTURE, 2018).

É possível inferir que a educação digital desempenha um papel fundamental na formação de profissionais de engenharia competentes para atender às demandas da transformação digital. Nesse contexto, os estudantes de engenharia estarão imersos em um ambiente no qual o conhecimento é aplicado de maneira contextualizada, ou seja, em soluções para problemas reais de engenharia encontrados na sociedade e na indústria. Dentro desse ambiente, os estudantes poderão desenvolver habilidades profissionais, ou seja, saberão como aplicar o conhecimento de forma prática. Além disso, devido à interação com diversas partes interessadas, os estudantes também poderão desenvolver atitudes e valores pessoais importantes (DIOGO, 2023).

Sem dúvida, a educação desempenha um papel fundamental no avanço progressivo das sociedades e das economias. Por meios formais, não formais e informais, os cidadãos adquirem as competências necessárias para prosperar na sociedade. Isso também se aplica à Sociedade Digital. Portanto, não é surpreendente que as tecnologias digitais tenham se tornado pilares centrais das estratégias governamentais de educação e treinamento em todo o mundo (BAKER, 2020).

No Brasil, em particular, a Lei n. 14.533/2023, que instituiu a Política Nacional de Educação Digital, prescreve em seu artigo 3º, § 1º, Incisos IV “[...] estímulo ao interesse no desenvolvimento de competências digitais e na prossecução de carreiras de ciência, tecnologia, engenharia e matemática [...]” e VI “[...] promoção de cursos de extensão, de graduação e de pós-graduação em competências digitais aplicadas à indústria, em colaboração com setores produtivos ligados à inovação industrial”.

Portanto, a conexão entre educação digital e competências digitais é evidente e faz parte do contexto da transformação digital na educação. De fato, a rápida digitalização que marcou a última década transformou muitos aspectos do trabalho e da vida cotidiana. Impulsionada pela inovação e a evolução tecnológica, a transformação digital está transformando a sociedade, o mundo do trabalho e a forma de trabalhar no futuro. As empresas têm encontrado dificuldades para recrutar engenheiros qualificados, notadamente em competências digitais, conforme prevê a Agenda Brasil 2034 (BARBOSA; CAIUBY; RIBEIRO, 2023).

A transformação digital na educação está sendo impulsionada pelos avanços na conectividade, pela ampla utilização de dispositivos e aplicativos digitais, pela necessidade de

flexibilidade individual e pela crescente demanda por habilidades digitais. A tecnologia digital, quando usada de maneira eficiente, equitativa e eficaz pelos professores, pode contribuir significativamente para uma educação e formação inclusivas e de alta qualidade para todos. Ela pode facilitar uma aprendizagem mais personalizada, flexível e centrada no aluno, em todas as etapas do processo de educação e formação. A tecnologia pode ser um instrumento poderoso e envolvente para uma aprendizagem colaborativa e criativa. Ela pode ajudar os estudantes e professores a acessar, criar e compartilhar conteúdo digital. Além disso, ela pode permitir que a aprendizagem ocorra fora das salas de aula, ultrapassando as limitações de localização física e calendário. A aprendizagem pode ser totalmente *on-line* ou em formato híbrido (presencial e *on-line*), em um momento, local e ritmo adaptados às necessidades de cada estudantes (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

As prioridades estratégicas do “Plano Europeu de Ação para a Educação Digital 2021-2027” contemplam dois aspectos inter-relacionados da educação digital: (i) em primeiro lugar, a utilização de uma ampla e crescente variedade de tecnologias digitais (aplicativos, plataformas, *software*) para melhorar e expandir o escopo da educação e formação; e (ii) em segundo lugar, um aspecto essencial da educação digital, é a necessidade de capacitar todos os estudantes com **competências digitais** (pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes) para viver, trabalhar, aprender e prosperar em um mundo cada vez mais mediado por tecnologias digitais (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

2.6 COMPETÊNCIAS DIGITAIS

Na Era Digital, todos os cidadãos precisarão dominar com confiança as competências digitais para terem sucesso em um mundo em constante evolução e se adaptarem às novas e emergentes tecnologias, pois no futuro, 90% dos empregos em todos os setores exigirão algum tipo de competência digital, mas a maioria dos trabalhadores brasileiros ainda não a possuem. Haverá um aumento na demanda por competências, desde as básicas até as mais avançadas, como as competências digitais, incluindo letramento de dados e de informações, inteligência artificial, supercomputação e cibersegurança (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

Nesse contexto, é evidente a necessidade de os profissionais da engenharia desenvolverem competências digitais, que são cada vez mais necessárias para o exercício de suas atividades profissionais. À medida que as tecnologias digitais se tornam mais prevalentes, outras indústrias também as adotam. Além disso, essas tecnologias estão se infiltrando no setor informal, o que cria uma demanda por competências digitais em áreas como agricultura,

comércio varejista, construção civil, logística, transporte (incluindo reparo de automóveis) e indústria manufatureira de pequena escala (WORLD BANK GROUP, 2021).

Além da avaliação da demanda por competências digitais para os profissionais de engenharia, é igualmente necessário fazer uma avaliação preliminar da oferta atual de competências digitais nos cursos de engenharia que, de fato, não estão conectadas com essa realidade. Isto é, fazer um mapeamento das competências digitais, para se ter uma compreensão conceitual (ALA-MUTKA, 2011).

A competência digital e o letramento digital de dados e de informações são conceitos cada vez mais considerados na elaboração de políticas públicas (Lei n. 14.533/2023). Essas políticas públicas esperam que os estudantes desenvolvam as competências digitais adequadas para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital. No entanto, como os conceitos são usados e como eles são definidos nessas políticas, ainda, não estão bem esclarecidos (SPANTE *et al.*, 2018).

De fato, o termo competência digital tem sido frequentemente investigado e discutido em pesquisas acadêmicas e em documentos de políticas públicas e, também, é um foco crescente nos cursos de engenharia, conforme prescrito nas novas DCNs. Agora que o ambiente de ensino e aprendizagem mudou de fato, o uso das TICs penetrou no processo de ensino e aprendizagem e está intimamente ligado ao desempenho acadêmico de professores e estudantes (BRASIL, 2019a).

Nesse sentido, em uma pesquisa realizada por Zhao *et al.* (2021), ele identificou as percepções dos estudantes em relação às competências digitais e analisou o impacto de fatores pessoais sobre essas competências em uma amostra de 5.164 estudantes de todos os cursos de engenharia, no primeiro e quarto ano de estudos na Gansu Agricultural University (China). O estudo empregou uma metodologia quantitativa, utilizando um método não experimental e a técnica de levantamento para coleta de dados. Os resultados obtidos revelaram percepções positivas dos estudantes em relação às competências digitais, abrangendo o letramento digital, letramento de dados, comunicação, colaboração e segurança. Além disso, foram identificadas diferenças significativas nas autopercepções dos estudantes sobre competências digitais em relação a gênero, ano de estudo, área de residência e treinamento anterior relevante, utilizando-se um instrumento baseado na estrutura das competências digitais. O estudo concluiu que é necessário promover o desenvolvimento de áreas-chave de competência digital, como a criação de conteúdo digital, além de auxiliar os estudantes a adquirirem conhecimentos para lidar com questões tecnológicas do cotidiano. Também foi ressaltada a necessidade de capacitação relacionada ao uso de TICs e ao desenvolvimento de competências digitais (ZHAO *et al.*, 2021).

No entanto, enfrentar o desafio de desenvolver um modelo operacional completo e integrado de competências digitais faz com que se considere outros modelos conceituais já desenvolvidos que podem ser utilizados como referência (FERNÁNDEZ-SANZ; GÓMEZ-PÉREZ; CASTILLO-MARTÍNEZ, 2016).

Para efeitos desta tese de doutorado, utiliza-se como referência o modelo conceitual desenvolvido pela União Europeia (DigComp 2.2 – The Digital Competence Framework, 2022), pois outras referências, embora relevantes, como o BOK – Body of Knowledge (2020), não atendiam ao objetivo de formular um “modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital”. Por outro lado, salienta-se, também, que o objetivo não era de realizar uma revisão de literatura sobre modelos conceituais de desenvolvimento de competências digitais (FERRARI, 2012).

No modelo DigComp 2.2 (D existem cinco áreas de competência que descrevem o que implica a competência digital. Essas áreas são: “Letramento informacional e de dados”; “Comunicação e colaboração”; “Criação de conteúdo digital”; “Segurança”; e “Resolução de problemas”. As três primeiras áreas lidam com competências que podem ser aplicadas a atividades e usos específicos. Por outro lado, as áreas 4 e 5 (Segurança e Resolução de Problemas) são consideradas “transversais”, pois se aplicam a qualquer tipo de atividade realizada por meios digitais. Elementos de resolução de problemas, em particular, estão presentes em todas as competências, mas uma área específica foi definida para destacar a importância desse aspecto na apropriação de tecnologias e práticas digitais (DigComp 2.2).

A competência digital é uma das competências-chave para a “aprendizagem ao longo da vida”. Foi inicialmente definida pela União Europeia em 2006 e, após uma atualização da Recomendação do Conselho em 2018, apresentou a seguinte descrição:

A competência digital envolve o uso confiante, crítico e responsável das tecnologias digitais para a aprendizagem, trabalho e participação na sociedade. Abrange a alfabetização informacional e de dados, comunicação e colaboração, alfabetização midiática, criação de conteúdo digital (incluindo programação), segurança (incluindo bem-estar digital e competências relacionadas à segurança cibernética), questões relacionadas à propriedade intelectual, resolução de problemas e pensamento crítico. (Recomendação do Conselho sobre Competências Chave para a Aprendizagem ao Longo da Vida, 22 de maio de 2018, ST 9009 2018 INIT). (EUROPEAN COMMISSION, 2018)

Competência é uma combinação de pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes. Elas são compostas de pensamentos (isto é, ideias e criatividade), por conhecimentos (isto é, por conceitos, fatos e experiências), por descrições de habilidades (por exemplo,

capacidade de realizar processos) e por atitudes (por exemplo, disposição mental para agir). As competências-chave são desenvolvidas ao longo da vida, na prática, fazendo (SIEMENS, 2006).

A pesquisa para a formulação de um modelo de operacionalização da competência digital, seguiu o modelo de referência DigComp 1.0, que foi revisado em 2016 e consistiu na atualização das cinco áreas (Dimensão 1) e na revisão dos 21 elementos e descritores de competências (Dimensão 2). Esta atualização é conhecida como DigComp 2.0 (VUORIKARI *et al.*, 2016).

O DigComp 2.0 definiu a competência digital como uma combinação de 21 elementos e descritores de competência, agrupados em cinco áreas principais (Letramento de dados e informações; Comunicação e colaboração; Criação de conteúdos digitais; Segurança e Resolução de problemas), conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 – Áreas principais do DigComp 2.0



Fonte: Vuorikari, Kluzer e Punie (2022)

Entretanto, o DigComp 2.0 foi revisado em dezembro de 2020 com foco nos exemplos de conhecimentos, habilidades e atitudes, aplicáveis a cada um dos 21 elementos de competências do DigComp 2.0 (EUROPEAN COMMISSION, 2022), conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 – Modelo conceitual de referência (DigComp 2.2)

COMPETÊNCIA DIGITAL	Áreas de Competências	Elementos de competência
	1. Letramento de dados e de informações	1.1 Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais 1.2 Avaliação de dados, informações e conteúdo digital 1.3 Gerenciando dados, informações e conteúdo digital
	2. Comunicação e colaboração	2.1 Interagindo por meio de tecnologias digitais 2.2 Compartilhamento por meio de tecnologias digitais 2.3 Engajar a cidadania por meio de tecnologias digitais 2.4 Colaboração por meio de tecnologias digitais 2.5 Netiqueta 2.6 Gerenciando a identidade digital
	3. Criação de conteúdos digitais	3.1 Desenvolvimento de conteúdo digital 3.2 Integrar e reelaborar conteúdos digitais 3.3 Direitos autorais e licenças 3.4 Programação
	4. Segurança	4.1 Dispositivos de proteção 4.2 Proteção de dados pessoais e privacidade 4.3 Proteger a saúde e o bem-estar 4.4 Protegendo o meio ambiente
	5. Resolução de problemas	5.1 Resolução de problemas técnicos 5.2 Identificação de necessidades e respostas tecnológicas 5.3 Usando tecnologias digitais de forma criativa 5.4 Identificando lacunas de competência digital

Fonte: Vuorikari, Kluzer e Punie (2022)

Esse processo de atualização foi realizado em estreita colaboração com a comunidade de *stakeholders* DigComp, especialistas e uma base de usuários mais ampla, a fim de manter o espírito de coprodução. Para esse propósito, a Comunidade de Prática DigComp (CoP) *on-line* foi ativada (EUROPEAN COMMISSION, 2022).

O modelo conceitual de referência DigComp 2.2, busca estabelecer uma visão consensual sobre as competências necessárias para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital em quase todos os aspectos da vida moderna. Seu objetivo é criar um entendimento comum por meio do uso de uma terminologia compartilhada que possa ser aplicada de maneira consistente em todas as etapas, desde a formulação de políticas públicas e estabelecimento de metas até o planejamento, avaliação e monitoramento de um programa de educação digital (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

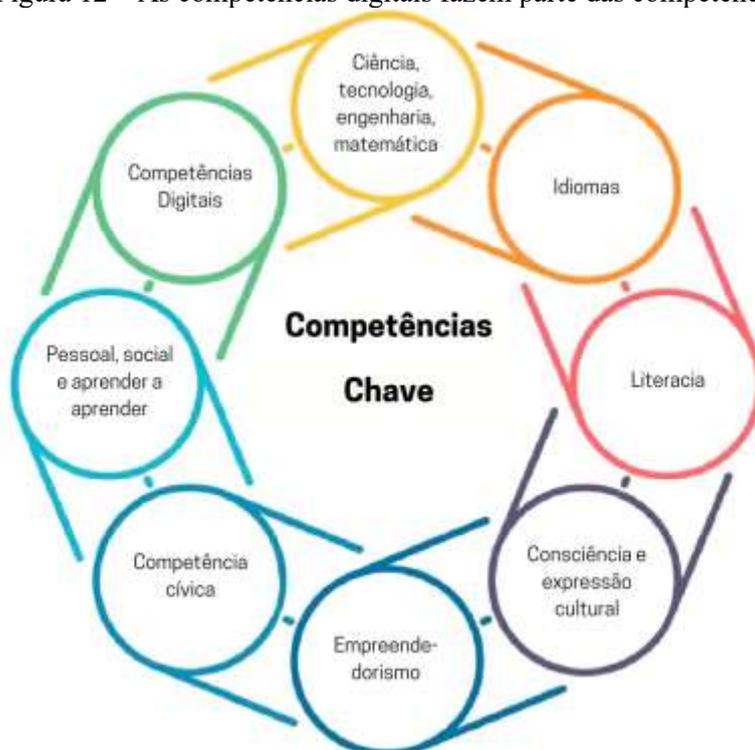
De forma mais precisa, conforme formulado na presente tese, houve uma adaptação do modelo conceitual de referência DigiComp 2.2 às necessidades específicas para o desenvolvimento de um currículo do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para atender a desafios e oportunidades da transformação digital (FERNÁNDEZ-SANZ; GÓMEZ-PÉREZ; CASTILLO-MARTÍNEZ, 2016).

A categorização dos programas de educação e formação em competências digitais pode ser útil para o mapeamento aproximado dos diferentes níveis de competências digitais a serem consideradas em relação aos graus de formação educacional (WORLD BANK GROUP, 2021).

Todavia, no contexto da presente tese, o foco é no desenvolvimento de competências digitais, de nível avançado, em uma educação continuada, para profissionais de engenharia (mecânica, elétrica, civil, produção, entre outras), formandos e recém-formados dos cursos de graduação de engenharia, que possam ter um conteúdo digital significativo (por exemplo, uso de ferramentas digitais, robótica, ciência de dados). A recomendação sobre as competências-chave de uma educação continuada (aprendizagem ao longo da vida) identifica as competências essenciais que os profissionais de engenharia devem adquirir, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital, estão diretamente relacionadas às suas realizações pessoais, estilos de vida saudável e sustentável, realizações profissionais, empregabilidade, cidadania ativa e inclusão social (CARRETERO; VUORIKARI; PUNIE, 2017).

Todas as competências-chave são complementares e interligadas entre si, e as competências digitais fazem parte das competências que os profissionais de engenharia devem desenvolver, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – As competências digitais fazem parte das competências-chave



Fonte: European Commission (2022)

Em outras palavras, as competências essenciais de um domínio apoiam o desenvolvimento de competências em outros domínios. Isso também ocorre entre a competência digital e outras competências-chave. Algumas interconexões importantes são destacadas a seguir, embora não sejam exaustivas. A intenção é destacar como essa natureza complementar pode ser encontrada em ambientes digitais. Por exemplo, aspectos da competência de “Letramento de dados e de informações” são necessários tanto para a leitura em papel quanto para a leitura na tela. De acordo com a recomendação das competências-chave para a educação continuada, a competência de “Letramento de dados e de informações” inclui, por exemplo, “a capacidade de distinguir e utilizar diferentes tipos de fontes, pesquisar, coletar e processar informações”. Essas competências são necessárias para avaliar o conteúdo on-line e suas fontes, uma competência integrante do “Letramento de dados e de informações” no atual ambiente rico em mídia (Competência 1.2 DigComp 2.2 na Figura 11).

Por outro lado, o Modelo Conceitual de Referência DigiComp 2.2 aborda o engajamento na cidadania por meio de tecnologias digitais (Competência 2.3 DigComp 2.2). A própria competência “Cidadania” é definida nas competências-chave como a capacidade de atuar como cidadãos responsáveis do ponto de vista cívico e social (CARRETERO; VUORIKARI; PUNIE, 2017).

Os exemplos apresentados tentam ilustrar essa interligação, destacando pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes que são complementares para ambos os temas. Além disso, a competência “Cidadania” também está relacionada ao “Letramento de dados e de informações”, delineando “[...] a capacidade de acessar, compreender criticamente e interagir com as formas tradicionais e novas de mídia, além de entender o papel e as funções da mídia nas sociedades democráticas” (EUROPEAN COMMISSION, 2022).

Portanto, pode-se dizer que o “Letramento de dados e de informações”, é um novo tema adicionado à definição de competência digital, está na interseção entre a competência “Cidadania” e as competências digitais. As referências às competências pessoais, sociais e de aprendizagem também são frequentes na atualização do DigComp, por exemplo, no domínio da gestão da própria aprendizagem e carreira (competência DigComp 5.4 na Figura 11) e no apoio ao bem-estar físico e emocional (competência DigComp 4.3 na Figura 11).

A competência “empreendedorismo” busca criar valor no mundo atual. Combiná-la com a competência digital e, especialmente, o uso criativo de tecnologias digitais (competência DigComp 5.3, na Figura 11), pode ajudar a transformar ideias em valor para si mesmo e para os outros. Portanto, é importante enfatizar que os novos exemplos de pensamentos,

conhecimentos, habilidades e atitudes do DigComp 2.2 não devem ser vistos como um conjunto de resultados de aprendizagem esperados para todos os profissionais de engenharia.

No entanto, é possível usá-los como base para desenvolver um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital, com descrições explícitas de objetivos de aprendizagem, conteúdo, experiências de aprendizagem e sua avaliação, embora isso exija um procedimento metodológico, devidamente formalizado, conforme será abordado no Capítulo 3 desta tese de doutorado.

2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO 2

No Capítulo 2 foi apresentada a fundamentação teórica desta pesquisa de tese de doutorado, abordando os seguintes temas interdisciplinares: “Educação em Engenharia”, “Aprendizagem por Competências”, “Transformação Digital na Educação”, “Educação Digital” e “Competências Digitais”. Antes disso, foi realizada uma análise bibliométrica preliminar para enquadrar o problema de pesquisa teoricamente. A análise bibliométrica preliminar foi conduzida utilizando o método ProKnow-C (*Knowledge Process Development-Constructivist*), proposto por Ensslin *et al.* (2010). Esse método consiste em três etapas: seleção do portfólio de artigos, análise bibliométrica e análise sistêmica. Foram utilizadas as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, com as palavras-chave “*engineering education*” e “*engineering skills in the digital age*” or “*active learning*” na *Web of Science*, e “*engineering skills in the digital age*” and “*engineering education*” or “*assessment of competences*” na *Scopus*. Foram selecionadas 163 publicações nessas bases e, em seguida, filtradas para se adequarem ao tema e aos objetivos da tese. Na *Web of Science*, foram encontradas 115 publicações, das quais apenas sete artigos são compatíveis com o tema, sendo que somente três estão disponíveis para leitura completa e os outros quatro acessíveis apenas mediante pagamento. Na *Scopus*, foram encontrados 48 artigos, dos quais dois são compatíveis com o tema e apenas 1 está disponível para leitura completa. Portanto, no total, foram encontrados nove artigos, dos quais apenas 4 estão disponíveis, indicando a escassez de artigos nessa área. Além disso, uma pesquisa na plataforma Elicit→ foi realizada com as palavras-chave “*Engineering Education*”, “*Digital Transformation*”, “*Digital Skills*” e “*Long Life Learning*”, resultando em 10 artigos encontrados. Com base nessa análise bibliográfica preliminar, o problema de pesquisa da tese de doutorado foi enquadrado em um contexto teórico, envolvendo os temas de educação em engenharia, aprendizagem por competências, transformação digital na educação, educação

digital e competências digitais. É evidente a necessidade de os profissionais da engenharia desenvolverem competências digitais para enfrentar os desafios da transformação digital. A pesquisa também destaca a importância de avaliar tanto a demanda por competências digitais entre os profissionais de engenharia quanto a oferta atual dessas competências nos cursos de engenharia. Além disso, é necessário mapear as competências digitais para obter uma compreensão conceitual mais aprofundada. A competência digital e o letramento digital de dados e informações são conceitos cada vez mais considerados nas políticas públicas e no contexto dos cursos de engenharia. No entanto, a definição e o uso desses conceitos ainda não estão totalmente esclarecidos nas políticas públicas. Um estudo realizado por Zhao *et al.* (2021) investigou as percepções dos estudantes em relação às competências digitais em uma universidade na China e identificou diferenças significativas nas autopercepções dos estudantes em relação a essas competências com base em fatores pessoais. O estudo concluiu que é necessário promover o desenvolvimento de áreas-chave de competência digital e capacitar os estudantes no uso de tecnologias e no desenvolvimento de competências digitais. Para esta tese de doutorado, o modelo conceitual utilizado como referência para os “objetos de conhecimento” foi o DigComp 2.2 – The Digital Competence Framework, desenvolvido pela União Europeia. Esse modelo descreve cinco áreas de competência digital: letramento informacional e de dados, comunicação e colaboração, criação de conteúdo digital, segurança e resolução de problemas. A competência digital é considerada uma competência-chave para a aprendizagem ao longo da vida e tem relação direta com diversas realizações pessoais e profissionais, empregabilidade e inclusão social. Ao enfrentar o desafio de desenvolver um modelo operacional completo e integrado de competências digitais, foi necessário considerar, também, um modelo conceitual de referência para os “objetos de aprendizagem”, que foi o modelo desenvolvido por Diogo (2023), em sua tese de doutorado, pois a educação em engenharia deve ser sustentada pelos pilares da educação digital e das tecnologias educacionais digitais (DIOGO, 2023).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

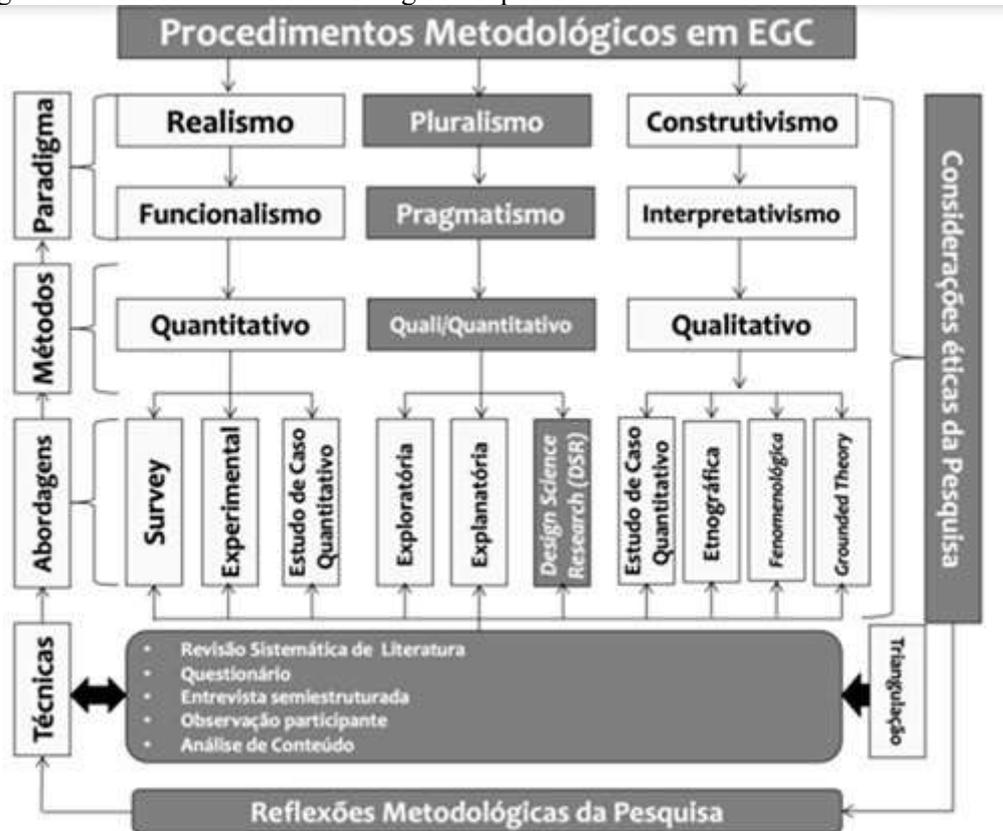
Após ter sido apresentada a fundamentação teórica que enquadra o problema de pesquisa desta tese de doutorado, serão exibidos os procedimentos metodológicos que viabilizaram o desenvolvimento da pesquisa realizada.

A metodologia é a espinha dorsal de qualquer pesquisa, fornecendo o arcabouço teórico e prático necessário para investigar e compreender fenômenos complexos. Ela oferece o rigor e a estrutura necessários para que os pesquisadores conduzam estudos de forma sistemática, garantindo a validade e confiabilidade dos resultados. (DENZIN; LINCOLN, 2011, Prefácio)

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa proposta nesta tese de doutorado é caracterizada quanto à sua natureza, ao paradigma adotado, ao método, à abordagem de pesquisa implementada e às técnicas sugeridas para a coleta de dados, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 – Procedimento Metodológico Proposto



3.2 A NATUREZA DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa aplicada que tem como objetivo desenvolver um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital. Os cursos de engenharia demonstram a necessidade de atualização e reestruturação para atender às demandas da Transformação Digital que hoje se tornaram essenciais para a profissão. Assim, identificou-se em cada professor respondente, por exemplo, o entendimento do problema e o que já vem sendo feito para atingir expectativas mais contemporâneas de ementa e em que intensidade, incluindo a disposição de implementar medidas de melhoria no âmbito pessoal e institucional.

3.3 O PARADIGMA DA PESQUISA

Um paradigma fornece os fundamentos sobre os quais a comunidade científica desenvolve suas atividades. Um paradigma representa um “mapa” a ser usado pelos cientistas na exploração do mundo. Quanto ao paradigma, esta pesquisa é pluralista e pragmática, pois aborda, ao mesmo tempo, o fenômeno da “transformação digital” e seus impactos na “Educação em Engenharia” e, em particular, sobre as novas “Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)”, de forma teórica e busca uma solução para aplicá-las em contexto prático, que é a formulação de um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital.

3.4 O MÉTODO DA PESQUISA

Quanto ao método, trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, pois envolve, revisão de literatura, estudos de casos de outras universidades que já estão aplicando o modelo baseado em competências, estudo de caso de uma disciplina “piloto” do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, entrevistas semiestruturadas com profissionais de referência capazes de reconhecer as deficiências na formação dos profissionais de engenharia, encontradas no mundo do trabalho atual e a aplicação de um questionário com os estudantes e professores dos Cursos de Engenharia Mecânica da UFSC.

3.5 A ABORDAGEM DA PESQUISA

A abordagem metodológica utilizada é baseada no *Design Science Research* (DSR) (LACERDA *et al.*, 2015) e será prescritiva, porque propõe um modelo. O DSR é uma abordagem de pesquisa com capacidade de desenvolver um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital.

O *Design Science Research* (DSR) tem se caracterizado como um método apropriado para diversas investigações no campo das pesquisas sociotécnicas. Ao se caracterizar como um tipo de pesquisa em desenvolvimento, o DSR pode contribuir na construção de protótipos e artefatos educacionais realmente significativos, como é o caso modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da transformação digital, formulado na presente tese.

A literatura sobre o método DSR vem aumentando, impulsionada pela realidade de se fazer pesquisas inovadoras e rigorosas que trabalhem com problemas complexos.

O termo *Design Science* surgiu na década de 60, os primeiros autores que usaram o método foram Fuller (1965) e Gregory (1966). Ambos concordam em buscar uma forma mais sistemática para projetar artefatos ou melhoramentos e assim surgiu a DSR. (LACERDA *et al.*, 2015)

O DSR como método deriva das práticas do conceito de *Design* (traduzido para o português como “desenhar” ou “projetar”). O *Design* propõe alterações em um determinado sistema propondo melhorias. Essas alterações visam ao desenvolvimento de produtos ou artefatos não existentes e utilizam o conhecimento como base dessa construção.

Para Lacerda *et al.* (2013), o DSR tem foco na importância da definição das classes de problemas e dos artefatos gerados na pesquisa. Já para Aken (2004), as classes de problemas podem consistir em uma organização para a trajetória e o desenvolvimento do conhecimento em um *design science*. Bax (2015) destaca que o DSR é uma metateoria que ajuda o pesquisador a desenvolver conhecimento teórico durante os processos de concepção dos artefatos, justificando como os processos podem ser importantes para a comunidade científica.

O DSR fornece um processo metodológico, dentro do qual várias outras técnicas de pesquisa são implantadas. Esta pesquisa utilizará o *Design Science Research Methodology* (DSRM), com as etapas propostas por Peffers *et al.* (2007) que serão apresentadas na sequência.

3.5.1 Etapa 1 – Identificação do problema e sua Motivação

Nesta etapa busca-se a definição do problema de pesquisa apresentando uma justificativa para a investigação do problema. Essa etapa é responsável por estabelecer o problema de pesquisa de forma específica e justificar a importância de encontrar uma solução. Para realizar essa atividade, são necessários recursos como o conhecimento sobre o estado atual do problema e a compreensão da relevância de sua resolução (VOM BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020). Durante essa etapa, busca-se identificar claramente o problema a ser abordado e a necessidade de encontrar uma solução, levando em consideração o contexto e as implicações práticas e teóricas envolvidas. Essa definição precisa do problema e sua justificativa é fundamental para orientar as etapas subsequentes da pesquisa.

A definição do problema teve como base um levantamento bibliográfico realizado por meio de uma análise bibliométrica e revisão de literatura do tipo narrativa com busca sistematizada nas bases de dados Scopus e Web of Science que buscou investigar os temas educação em engenharia; aprendizagem baseada em competências; transformação digital na educação; educação digital e competências digitais, os quais formaram o arcabouço teórico desta tese.

3.5.2 Etapa 2 – Definição dos Objetivos

O ponto de partida é a definição do problema, a partir do qual os objetivos são estabelecidos para orientar o desenvolvimento da pesquisa. Os objetivos podem ser inferidos a partir da definição do problema e do conhecimento sobre o que é possível e viável. Eles devem ser formulados de maneira racional, levando em consideração a especificação do problema (VOM BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020). Em outras palavras, os objetivos representam as ações concretas que serão operacionalizadas para resolver o problema identificado. Essa etapa é fundamental para direcionar o processo de pesquisa e estabelecer as metas a serem alcançadas ao longo do estudo.

O objetivo geral do presente trabalho é propor um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital. Do desdobramento do objetivo geral, surgiram os seguintes objetivos específicos: a) identificar as competências digitais demandadas pela transformação digital; b) levantar experiências práticas já implementadas em outras universidades nacionais e estrangeiras, que podem ser utilizadas como referências; c) definir as competências digitais,

termos de objetos de conhecimentos, habilidades e atitudes, que os futuros profissionais de engenharia devem adquirir para atender a oportunidades e desafios da transformação digital; d) relacionar as tecnologias digitais educacionais, em termos de objetos de ensino e aprendizagem, que podem ser considerados para a formalização do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia; e) verificar a consistência e a viabilidade do modelo.

Os objetivos específicos da letra "a)" até "d)" foram operacionalizados com a formulação do referencial teórico que servirá de base para a construção do modelo na etapa 3 do DSR.

3.5.3 Etapa 3 – Projetar e Desenvolver

Esta etapa tem como objetivo criar o artefato para a solução do problema identificado nas etapas anteriores. Isso envolve determinar a funcionalidade desejada do artefato e sua arquitetura para solucionar um problema real (PEFFERS *et al.*, 2007; VOM BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020). Os recursos necessários para a transição dos objetivos para o projeto e desenvolvimento incluem o conhecimento da teoria que pode ser aplicada na solução (PEFFERS *et al.*, 2007). Em outras palavras, materializar o projeto significa construir o artefato com base no conhecimento adquirido nas etapas anteriores, como a definição do problema e a definição dos objetivos para sua resolução. Durante essa etapa, é importante assegurar que o artefato seja projetado e desenvolvido de maneira coerente com os requisitos estabelecidos, a fim de fornecer uma solução eficaz para o problema identificado.

3.5.4 Etapas 4 e 5 – Demonstração e Avaliação

A etapa de demonstração do uso do artefato envolve a resolução de uma ou mais instâncias do problema por meio de um experimento, simulação, estudo de caso, prova formal ou outra atividade apropriada. Essa etapa busca verificar a eficácia e a utilidade prática do artefato desenvolvido. A demonstração envolve a aplicação do artefato em situações reais ou simuladas, com o objetivo de avaliar sua funcionalidade, desempenho e impacto na resolução do problema identificado (VOM BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020). Durante esse processo, são coletados dados e evidências que permitem avaliar o desempenho e a efetividade do artefato, bem como analisar os resultados obtidos. Essa etapa é importante para validar o

artefato e verificar se ele atende aos objetivos estabelecidos na etapa anterior, contribuindo para a geração de conhecimento e para a melhoria contínua da solução proposta.

A primeira versão do modelo foi testada no estudo de caso “piloto” da disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, ministrada por este autor, que funcionou como um ateliê de compreensão e criação do plano de carreira dos estudantes dos diferentes cursos de engenharia do CTC da UFSC, mas com predominância de estudantes do Curso de Engenharia Mecânica, no segundo semestre de 2022.

A etapa de avaliação, por sua vez, mede quanto o artefato suporta efetivamente uma solução para o problema identificado. Essa atividade envolve a comparação dos objetivos estabelecidos com os resultados reais observados do uso do artefato no contexto. A avaliação pode adotar várias formas, dependendo da natureza do problema e do tipo de artefato desenvolvido. No final dessa atividade, os pesquisadores podem decidir se devem repetir a etapa de desenvolvimento/projeto para melhorar a eficácia do artefato ou prosseguir com a comunicação e deixar possíveis melhorias para projetos futuros (VOM BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020).

Hevner, March e Park (2004) destacam a importância da avaliação. A utilidade, a qualidade e a eficácia de um artefato devem ser rigorosamente demonstradas por meio de métodos de avaliação bem executados. A avaliação fornece evidências de que uma nova tecnologia desenvolvida no contexto de Pesquisa e Desenvolvimento em Sistemas de Informação (DSR) "funciona" ou atinge o propósito para o qual foi projetada.

A avaliação pode assumir várias formas, como comparação da funcionalidade do artefato com os objetivos da solução definidos na etapa anterior, resultados de pesquisas de satisfação, *feedback* de clientes, simulações ou qualquer outra evidência empírica apropriada ou prova lógica. A avaliação pode ser conduzida de forma observacional, analítica, experimental, por meio de testes ou de maneira descritiva (HEVNER; MARCH; PARK, 2004; PEFFERS *et al.*, 2007).

Na presente tese, as etapas de demonstração e de avaliação foram aglutinadas em virtude da realização da prática preliminar do modelo e posterior avaliação com *feedback* da principal parte interessada, os alunos, e com aval do Colegiado do Departamento que aprovou a criação de uma disciplina própria em substituição da disciplina Tópicos Especiais.

3.5.5 Etapa 6 – Comunicação

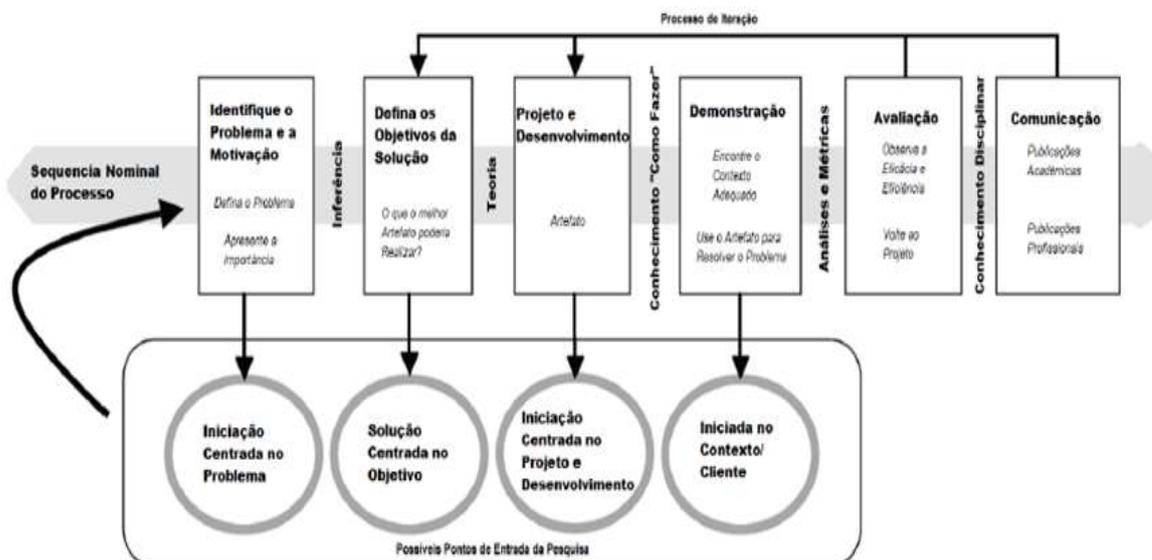
Momento da divulgação do problema e da relevância da proposição de uma solução para o esse problema e a apresentação do artefato desenvolvido.

O método DSR é uma abordagem de pesquisa que tem como objetivo desenvolver soluções práticas para problemas do mundo real por meio da integração de teoria e prática. O processo envolve a identificação de um problema, a definição dos requisitos, a proposição de uma solução, a implementação e a avaliação dessa solução e a comunicação dos resultados (PEFFERS *et al.*, 2007).

Concluindo, o DSR é uma solução para problemas práticos por meio da criação e avaliação de artefatos tecnológicos. A metodologia se baseia em um processo cíclico de construção e reconstrução de artefatos, a fim de melhorar a compreensão e a solução dos problemas em ambientes complexos e em mudança. Ao utilizar o DSR, o pesquisador se envolve ativamente no processo de resolução de problemas práticos, ao invés de apenas observar e analisar. Diante disso, é possível criar soluções inovadoras e eficientes para os desafios presentes na sociedade e nos negócios. Portanto, o método é uma abordagem valiosa para desenvolver tecnologias capazes de enfrentar desafios, ele fornece uma estrutura rigorosa e sistemática para a pesquisa, garantindo resultados relevantes e aplicáveis.

O processo do DSR pode ser visualizado na Figura 14, e suas etapas foram explicadas no texto anterior.

Figura 14 – Etapas do DSR



Fonte: Traduzido de Peffers *et al.* (2007)

O projeto e desenvolvimento de um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital, pode ser considerado como um artefato (MARCH; SMITH, 1995). Um artefato é a “[...] organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo” (DAS; KLEINKE; PISTRUI, 2020, p. 108). Barbosa e Bax (2017) salientam que o ambiente interno é a própria IES; e na legislação do país em que ela se encontra estão os objetivos do ambiente externo que devem ser atingidos. A pesquisa desta tese, então, baseia-se no método DSR, que será detalhado mais à frente.

3.6 TÉCNICAS DE PESQUISA UTILIZADAS

Esta pesquisa de tese de doutorado fez uso das seguintes técnicas de pesquisa, de forma sequencial, para o projeto do modelo operacional desenvolvido:

- (i) Estudo de caso, por meio de uma análise SWOT do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC, para mapear as suas capacidades;
- (ii) Análise bibliométrica e revisão narrativa com busca sistematizada, que foi realizada para enquadrar teoricamente o problema de pesquisa;
- (iii) Estudo de caso sumário de instituições, nacionais e internacionais, que já implementaram a aprendizagem por competências, para identificar práticas que possam ser utilizadas como referência;
- (iv) Estudo de caso “piloto” da disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, ministrada por este autor, que funcionou como um ateliê de compreensão e criação do plano de carreira dos estudantes dos diferentes cursos de engenharia do CTC da UFSC, mas com predominância de estudantes do Curso de Engenharia Mecânica;
- (v) Questionários, inspirados e adaptados da Técnica Delphi³, em uma versão simplificada, cujo objetivo essencial foi buscar um consenso entre os respondentes, considerado um grupo de especialistas no assunto em questão, de forma remota e conservando o anonimato. Idealmente, esse consenso é atingido por meio da aplicação de diferentes rodadas de questionários aos participantes, reescrito a cada rodada de resultados para buscar um refinamento das respostas. Os resultados obtidos são

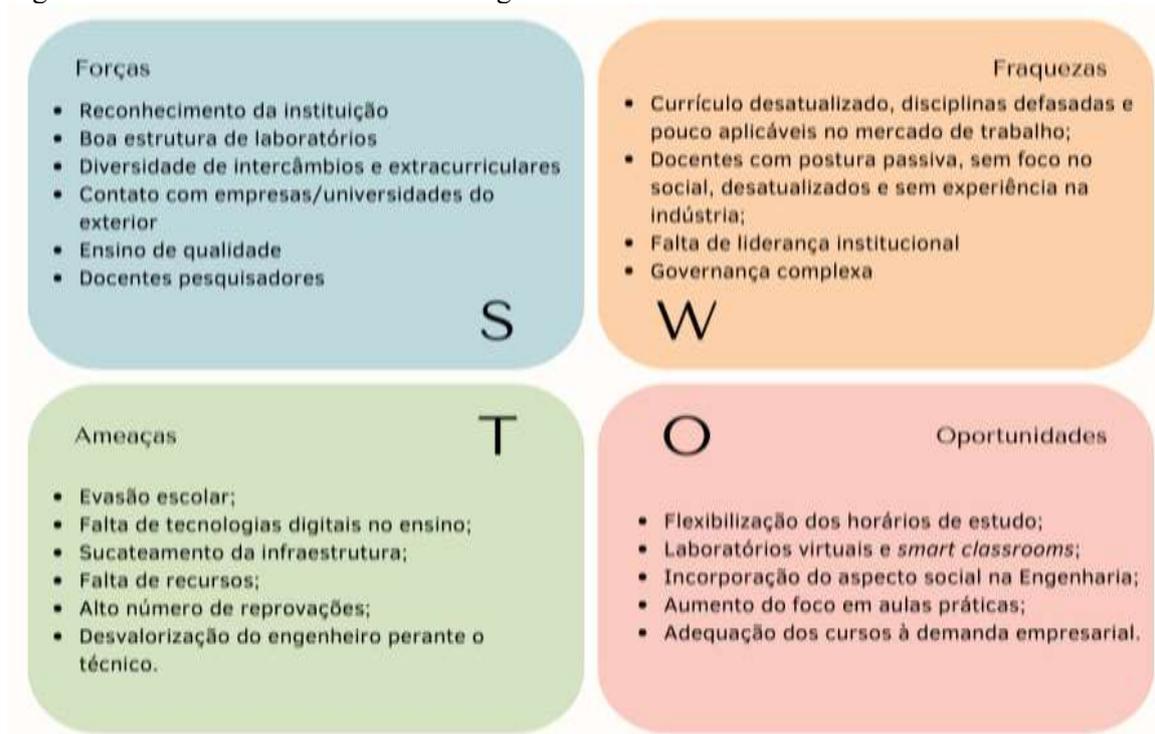
³ A Técnica Delphi é definida como “[...] um método para estruturar um processo de comunicação coletiva de modo que este seja efetivo, ao permitir a um grupo de indivíduos, como um todo, lidar com um problema complexo” (LINSTONE; TUROFF, 2002, p. 28).

compartilhados com os participantes a cada etapa, gerando assim uma oportunidade de afinar, mudar ou argumentar suas respostas iniciais (MARQUES, FREITAS, 2018); e (vi) Entrevistas presenciais com especialistas dirigentes de empresas e instituições e profissionais relevantes.

3.7 ESTUDO DE CASO: ANÁLISE SWOT DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC

No estudo de caso em questão, optou-se pela aplicação da matriz SWOT no tópico de Ensino de Engenharia de Engenharia Mecânica da UFSC. As forças, as oportunidades, as fraquezas e as ameaças foram avaliadas, usando-se uma análise SWOT, conforme mostra a Figura 15. Essa avaliação permite uma análise simples e visual do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC.

Figura 15 – Matriz SWOT – Curso de Engenharia Mecânica da UFSC



Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2022)

3.7.1 As Forças no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC

O Curso de Engenharia Mecânica da UFSC possui uma ampla variedade de laboratórios, em diferentes áreas de atuação, mas especialmente sendo referência nas áreas térmicas, o que possibilita aos alunos experienciar diversas atividades em iniciação científica.

Entretanto, a formação por competências vai além das aulas práticas de laboratório. O estudante de engenharia precisa aplicar o conhecimento adquirido em situações simuladas em laboratórios e em situações reais, sejam problemas do setor produtivo ou desafios presentes na sociedade. Aliás, o relatório do MIT sobre o estado da arte global do ensino em engenharia afirma: o ensino em engenharia deve, além de formar profissionais competentes, solucionar os problemas do setor produtivo e os desafios encontrados na sociedade (GRAHAM, 2018).

O Ensino de Engenharia, também, se favorece pela incorporação das novas metodologias pedagógicas, para simular uma atmosfera empresarial. Por exemplo, Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), aprendizagem baseada em projetos (PjBL) é ideal para simular ou até mesmo resolver os problemas reais das indústrias. Essa abordagem educacional promove a formação prática em temas da engenharia, mas também a organização, trabalho em grupo, gestão de tempo e gestão de projetos, formação esta que é essencial para um profissional de engenharia de qualidade (DAS; KLEINKE; PISTRUI, 2020).

Outro ponto que pode fortalecer o ensino de engenharia é a possibilidade de obter certificação por entidades acreditadoras internacionais, como a Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) e European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAEE). Ambas estabelecem padrões de qualidade para o ensino em engenharia. A ABET, por exemplo, influencia a adoção de práticas *lean education* nas operações da universidade, com foco na melhoria contínua do processo educacional. A Universidade Católica do Paraná já é certificada, talvez a única no Brasil, tendo identificado vantagens importantes em razão de os estudantes, os empregadores e a sociedade confiarem que o curso detém padrões de qualidade na formação de engenheiros para o mercado de trabalho brasileiro e global (SHAFEEK, 2019).

Isso traz oportunidades para o ensino em engenharia. Em relação à qualidade, o Curso de Engenharia Mecânica na UFSC é conhecido nacional e internacionalmente, principalmente devido à história que a instituição já possui formando engenheiros capacitados para o mercado, e isso é uma força, conforme mostra a Figura 14. Seu corpo docente é formado por um número significativo de professores em tempo integral doutores (no Brasil e/ou no exterior), mantendo boa relação com entidades congêneres no âmbito internacional e com volume significativo de projetos de pesquisa apoiados por financiadores nacionais e internacionais. Do ponto de vista de ensino, o Departamento de Engenharia Mecânica propicia e apoia equipes diversas de competição, empresas juniores e outras oportunidades de extensão, permitindo aos alunos a integração a esses grupos desde o primeiro semestre na Universidade.

3.7.2 As Fraquezas no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC

A partir da análise SWOT, algumas fraquezas foram levantadas em relação ao ensino de engenharia, por exemplo, a formação por conteúdos, a desconsideração do tema “sustentabilidade” nas estruturas curriculares e o atraso na transformação digital na educação. De acordo com o relatório do MIT (GRAHAM, 2018), uma das principais barreiras para o ensino em engenharia é a estrutura departamental especializada existente dentro de boa parte das escolas de engenharia pelo mundo, inclusive a da UFSC.

Os especialistas entrevistados no relatório apontam que essa fraqueza inibe a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Cada departamento de engenharia disputa escassos recursos entre si, e mesmo entre seus diferentes laboratórios e projetos, enquanto poderiam unir forças para projetos conjuntos, mais robustos e relevantes para o setor empresarial e para a sociedade (GRAHAM, 2018).

Os resultados da pesquisa realizada com ex-alunos dos Cursos de Engenharia Mecânica e de Engenharia de Materiais da UFSC evidenciaram que, apesar da boa estrutura de laboratórios, temas como responsabilidade social e ambiental, gestão do conhecimento, gestão da inovação e empreendedorismo não são abordados ao longo dos cursos, e é relatada pelos pesquisados a importância desse tipo de preparação na vida de um profissional de engenharia. Isso se reflete no fato de que uma grande parte dos pesquisados realizaram cursos de especialização nas áreas acima citadas.

Outro ponto identificado nas pesquisas feitas com os professores foi a preferência deles para a aplicação de trabalhos individuais. Essa preferência, juntamente com o perfil dos alunos da engenharia, colabora para que habilidades como trabalho em equipe, colaboração e delegação de tarefas, pontos-chave para um engenheiro do futuro, não sejam abordadas no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC.

Outro fator está relacionado ao fato de os docentes nos cursos de engenharia não terem, majoritariamente, formação didática e pedagógica. Para muitos, a docência é um “mal necessário à profissão de pesquisador”, como foi constatado por meio de entrevistas semiestruturadas ao longo deste trabalho e na própria experiência pessoal do autor. Apesar disso, muitos prosperam na docência e mostram-se excelentes professores.

Entretanto, esse é um problema comum e ainda há poucos trabalhos sobre o tema (ALVES; FERREIRA; AMARAL; 2019). Desse modo, como constatado por pesquisas aplicadas aos alunos, eles sentem grande falta de aplicabilidade do que é passado em aula pelos professores. Ou seja, uma fraqueza do Ensino é a falta de aprendizado por experiências práticas

de engenharia. Ainda nessa linha, foi constatado que os ex-alunos compartilham da mesma opinião: os docentes, em grande parte, estão desatualizados e não possuem experiência na indústria, além de não incentivarem o lado social da Engenharia, que tem tomado maior importância no mercado de trabalho.

Além disso, as tecnologias educacionais permitem que a educação se torne ubíqua. Ou seja, ela está presente em quaisquer lugares desde que se tenha conexão com a internet (AZEEZ; VAN DER VYVER, 2018). No entanto, o departamento não está atualizado para a aprendizagem móvel (*mobile learning*), sem estrutura e ferramentas para possibilitar ambientes flexíveis para estudo. Nisso, o departamento perde em inclusão social, pois como mostram Elsaadany e Abbas (2016), o tempo despendido pelo estudante entre um ponto até a universidade passa a ser aplicado para os estudos, além de que os custos do deslocamento são reduzidos.

3.7.3 As Oportunidades no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC

Mudanças no cenário mundial exigem que os profissionais de todas as áreas possuam, além de uma forte base de conhecimento, uma visão holística dos problemas que os cercam profissionalmente. Isso inclui a compreensão de que a sua atuação está intrinsecamente relacionada com aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais. O próprio surgimento de novas áreas do conhecimento e ramos de atuação devido à transformação da sociedade pela tecnologia é uma oportunidade para o Ensino de Engenharia.

Nesse contexto, as alterações nas DCNs de Engenharia buscam atender a essa nova realidade, o que constitui um grande desafio para as IES no campo pedagógico e administrativo. Simultaneamente, trata-se de uma oportunidade de desenvolvimento de soluções inovadoras, como já ocorre em algumas IES internacionais e nacionais.

A modernização do Ensino em Engenharia no Brasil pode ser realizada pela proposição de novos cursos ou atualização dos existentes, mas alinhados às demandas da Transformação Digital, e mesmo das Indústrias 4.0 e 5.0. Iniciativas têm sido realizadas em diversos países, como no México, pelo Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey, com uma nova proposta de currículo para o Ensino em Engenharia 4.0 (RAMIREZ-MENDOZA *et al.*, 2018). Esse novo curso mantém a sólida formação da base da engenharia nos primeiros anos, evolui para a formação específica e incorpora habilidades profissionais e atitudinais para a formação de competências gerais. De acordo com Godwin e Potvin (2017), a reforma do ensino em engenharia inclui o reforço da base matemática da engenharia, juntamente com o aumento

do foco de projeto e trabalho em laboratório, enfatizando habilidades de comunicação e sociais. Também é preciso integrar as chamadas *liberal arts*, particularmente as ciências sociais, incorporando bom ensino, o desenvolvimento contínuo do currículo e o incentivo aos estudantes para o *lifelong learning*. Nesse sentido, uma oportunidade presente na universidade são as diversas cadeiras pertencentes aos currículos dos cursos de ciências sociais, que estão disponíveis aos estudantes de engenharia como disciplinas optativas. Essas cadeiras são lecionadas por docentes das áreas sociais, o que proporciona ao aluno de engenharia uma visão de mundo fora somente do escopo que é trazido pela formação tradicional do engenheiro.

Além disso, com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), outras possibilidades surgem, como o uso de laboratórios virtuais e as *smart classrooms*. Laboratórios virtuais possuem o intuito de fortalecer as vantagens do ensino a distância, apesar de não substituírem os laboratórios reais (DELGADO KLOOS *et al.*, 2017). Por meio da utilização de tecnologias como *IoT*, com monitoramento por sensores e análise das informações por algoritmos com Inteligência Artificial, é possível otimizar as ações dos professores para melhor cativar a atenção dos alunos (SOMMER *et al.*, 2016).

Uma mudança positiva trazida pelas tecnologias educacionais é a reconfiguração dos horários de estudo. Enquanto as aulas presenciais síncronas permanecem, as aulas *on-line*, tanto síncronas quanto assíncronas, podem ser incorporadas ao processo. O ajuste do calendário acadêmico, por exemplo, poderia propiciar maior velocidade no cumprimento da carga horária. Essa flexibilidade permite aos estudantes concluir um curso sem se preocupar com prazos fixos, possibilitando que cada um aprenda de acordo com seu próprio ritmo e em qualquer localização (AZEEZ; VAN DER VYVER, 2018). Adicionalmente, o *e-Learning* tem o potencial de solucionar conflitos de horários entre aulas. Estudantes com esse tipo de problema podem otimizar sua grade horária semestral, permitindo-lhes manter o envolvimento com o aprendizado e reduzir a taxa de desistência (ELSAADANY; ABBAS, 2016). No entanto, essa mudança requer uma reprogramação temporal para estudantes, professores e principalmente para as universidades, abandonando o tradicional formato de calendário acadêmico (SHEAIL, 2018a).

3.7.4 As Ameaças no Curso de Engenharia Mecânica da UFSC

As ameaças aqui enfrentadas no ensino de engenharia são a evasão escolar e os diversos motivos que levam a ela, como a falta de recursos para adoção de novas tecnologias da educação, sucateamento da infraestrutura, desmotivação dos alunos, desatualização dos

professores, alto número de reprovações, falta das tecnologias digitais no ensino e na prática e inércia das instituições de ensino. Além disso, quando se fala de desigualdade, enquanto a tecnologia reduz as distâncias e pode ser um vetor de promoção da inclusão social, naqueles espaços em que ainda se carece de acesso à tecnologia e até mesmo a internet – comum em países em desenvolvimento como o Brasil – esse distanciamento fica maior (SHEAIL, 2018b).

A evasão de estudantes sempre foi uma ameaça ao Ensino em Engenharia. Ainda, a evasão nos cursos de engenharia é próxima de 50% (BRASIL, 2019a). Na Engenharia Mecânica da UFSC em Florianópolis, esse número tem ficado em torno de 20%, considerando o período 2006 a 2018 (GARCIA, 2019). Adiciona-se a isso, a redução do número de candidatos por vaga, que tem atingido número menor que 4:1, quando, historicamente, tem sido acima de 10:1. O ensino tradicional, com cobrança pesada em disciplinas sem aplicação de contexto, gera desmotivação e chances de os estudantes desistirem da carreira. Não é o caso de simplificar a aplicação das disciplinas fundamentais da engenharia, como Cálculo e Física, mas sim o bom emprego delas em situações contextualizadas, mantendo a motivação dos estudantes. Além disso, é necessário criar um ambiente que suporte a identidade dos estudantes, criando oportunidades na área de engenharia (GODWIN; POTVIN, 2017).

A taxa de evasão escolar no ensino superior brasileiro é elevada e deve ser motivo de preocupação para a organização dos currículos e metodologia de aprendizagem utilizadas nos cursos superiores. De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2010), o Brasil conseguiu aumentar significativamente a proporção de matriculados (82%), ingressantes (50%) e concluintes (97%), a cada 10.000 habitantes, na área de Engenharia, produção e construção, entre os anos de 2010 e 2016. Em 2014, a proporção de ingressantes chegou a aumentar 85% comparada ao ano de 2010. Apesar da proporção de matrículas e ingressantes, a cada 10.000 habitantes, na área de Engenharia, produção e construção no Brasil ter superado a dos países da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 60% e 61%, respectivamente, a proporção de concluintes no Brasil ainda é 33% menor, mesmo comparando-se com dados da OCDE de 2014.

Assim, também é claro que sem lideranças educacionais que incentivem e sejam vetores ativos na mudança do modelo de educação do departamento para se tornar uma referência em inovação, dificilmente as barreiras burocráticas e culturais serão transpassadas.

3.8 ESTUDOS DE CASOS SUMÁRIOS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA EM UNIVERSIDADES, NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE REFERÊNCIA

Tanto as universidades brasileiras quanto as universidades internacionais estão passando por diversas mudanças em suas escolas de Engenharia. Um estudo do MIT organizado por Ruth Graham (2018) desenvolveu uma pesquisa a respeito da vanguarda da educação em engenharia global e uma varredura do horizonte de como o estado da arte é provável de se desenvolver no futuro. O estudo foi conduzido em duas fases, a primeira, baseada em entrevistas com 50 líderes globais do pensamento em educação de engenharia, identificou os líderes universitários atuais e emergentes mais conceituados na área; já a segunda fase foi um estudo de caso conduzido nas escolas que foram consideradas “líderes emergentes” no ensino de engenharia: Singapore University of Technology and Design (Cingapura), University College London (Reino Unido), Charles Sturt University (Austrália) and TU Delft (Holanda).

O estudo no MIT foi dividido em duas fases, ambas usando entrevistas um a um como fonte primária de coleta de informações e apenas considerando o nível de graduação (com exceção de escolas que unem graduação e pós-graduação no currículo de nível “*undergraduate*”). Forneceu uma visão da vanguarda da educação em engenharia no mundo e de como o estado da arte se desenvolverá no futuro, por meio de evidências de entrevistas com 50 conceituados líderes universitários mundiais (sendo os iniciais escolhidos de maneira aleatória, com base no julgamento dos pesquisadores). Quatro universidades líderes foram escolhidas para uma análise mais detalhada: Singapore University of Technology and Design (Cingapura), University College London (Inglaterra), Charles Sturt University (Austrália) e TU Delft (Holanda). A estrutura de cada estudo de caso envolve: contexto (visão geral da escola incluindo tamanho, foco e demografia estudantil), desenvolvimento do programa de ensino de engenharia (análise dos pontos principais desde o começo do programa até o momento “atual”), abordagem acadêmica (recursos que definem o programa, tipo de prática pedagógica dominante e estrutura e processos que a apoiam), currículo (projeto do currículo e exemplos de componentes principais) e análise + comentários finais (resumo dos recursos que definem o programa, fatores que diferenciam seu sucesso e futuros desafios a serem enfrentados).

Ainda, esse estudo evidenciou as instituições líderes atuais, no ensino de engenharia, o Olin College of Engineering, MIT, Stanford University (todas dos EUA), Aalborg University (Dinamarca) e TU Delft (Holanda). A opinião geral dos entrevistados é de que o setor de ensino de engenharia está entrando num período de mudanças rápidas, de maneira que as universidades líderes podem mudar de forma acelerada nos próximos anos.

Enquanto as líderes atuais são definidas como bem estabelecidas, centradas em pesquisa, atendem a grandes grupos de estudantes e suas boas práticas de ensino incluem: *design* centrado no usuário, empreendedorismo voltado para a tecnologia, o aprendizado ativo baseado em projetos e o foco no rigor dos fundamentos de engenharia, as líderes emergentes são diferentes. Elas são da nova geração de programas de engenharia (criados a partir do zero ou como resultado de grande reforma educacional, muitas vezes moldados por necessidades e restrições regionais específicas). Suas boas práticas de ensino incluem: aprendizado baseado na prática/trabalho, programas multidisciplinares, ênfase em projeto de engenharia somado à autorreflexão do estudante. Beneficiam-se de liderança acadêmica “forte e visionária”, cultura de inovação educacional e novas ferramentas que apoiam exploração educacional e avaliação dos estudantes.

O estudo levanta ainda alguns desafios-chave que podem restringir o progresso do ensino de engenharia em engenharia no futuro. Por exemplo, o alinhamento entre metas do governo e do setor de ensino superior, o desafio de entregar aprendizado ativo e centrado no estudante para grandes grupos de estudantes, a estrutura monodisciplinar-padrão existente em várias escolas de engenharia e sistemas de entrada/promoção que não apoiam recompensam o ensino em si (não são considerados gratificantes). Como conclusão, três tendências principais foram identificadas:

- a) Escolas líderes serão encontradas em países emergentes e do Hemisfério Sul, e não mais no Norte e em países desenvolvidos. Provavelmente, a mudança estará ligada a apoio e investimento governamental, com foco no uso da educação em engenharia como incubadora de talentos empreendedores para geração de crescimento econômico.
- b) Mudança no currículo das escolas de engenharia, crescendo a importância de tópicos socialmente relevantes, escolha pessoal do estudante, aprendizado multidisciplinar é capaz de gerar impacto social, incluindo aprendizado fora de sala de aula e fora do sistema tradicional de ensino. Ainda, essas mudanças não serão isoladas em apenas algumas disciplinas soltas, mas serão na verdade interconectadas e globais no currículo. As “líderes emergentes” já entregam ensino centrado no estudante, com experiências integradas e unidas, mas muitas delas ainda trabalham apenas com grupos pequenos e limitados de estudantes – a tendência é que esse tipo de proposta seja aplicado em escala no futuro, e dentro de orçamento limitado.
- c) Emergência de uma nova geração de líderes em ensino de engenharia que entreguem um currículo centrado no estudante em larga escala. Ainda, supõem-se aumento do

uso de ensino personalizado, incluindo recursos *on-line* e uso do *campus* para aprendizado prático. As escolas trazidas na fase 2 desenvolveram um modelo semelhante a este, em que o currículo é entregue por meio de conteúdos conectados por projetos.

Ainda com base no estudo realizado por Ruth Graham (2018) no MIT, a seguir são resumidas as conclusões sobre os cursos analisados mais detalhadamente pela consultoria.

3.8.1 Singapore University of Technology and Design (Singapore)

A busca por mudança começou por parte do Primeiro-Ministro de Cingapura em 2007, com proposta de aumento no investimento em educação superior. A SUTD recebe estudantes desde 2012. Hoje tem ênfase em interdisciplinaridade, aprendizado na prática e conexão forte com a indústria (“abordagem de educação para o futuro” voltada para empreendedorismo conectado a tecnologia e para inspirar gerações futuras em carreiras na ciência e engenharia). A instituição tem uma parceria forte com o MIT. Pedagogia baseada em aprendizado ativo, com projetos e fabricação. Cultura de colaboração, semelhante ao ambiente de uma *startup*. Abordagem multidisciplinar que não oferece diplomas convencionais; os estudantes têm um ano de disciplinas comuns e depois escolhem um de quatro “pilares” para se especializarem (como “Sistemas e Projetos de Engenharia”). Oferece amplitude de educação, incluindo: oportunidades de pesquisa, estágio na indústria, ensino em nível de graduação e cursos em ciências humanas e sociais. Ainda, usam forte rigor nos fundamentos de engenharia, uma vez que seus conteúdos vêm diretamente do MIT, com a maioria deles mantendo, portanto, expectativas de avaliação no mesmo nível.

A conectividade entre estudantes, professores de diferentes disciplinas e cursos do currículo foi considerada marcante pelos entrevistados. De acordo com a Universidade, seus estudantes diferenciam-se por: ter motivação intrínseca (acreditam que a experiência em grupos de trabalho pequenos e imersão em projetos do mundo real é fundamental nessa motivação) e adaptabilidade (conseguem ver além das fronteiras de um problema e encontrar o que precisa ser mudado em projetos ou cargos).

Há motivação pessoal por parte dos funcionários da Universidade para mudar os paradigmas de educação em Engenharia, além de investimento e comprometimento governamental com a Universidade (governo deu liberdade e flexibilidade para a Universidade estabelecer sua cultura e abordagem) e parceria com o MIT, fundamental para garantir o nível mundial alcançado e cultura de inovação entre estudantes e funcionários.

Seus dois principais desafios são: a) queda no número de estudantes, aumento da competitividade nacional na educação universitária e receio dos estudantes e seus pais em arriscar escolher uma universidade tão jovem para estudar; b) manter a cultura colaborativa e centrada no estudante, bem como abordagem educacional distinta, conforme a instituição for crescendo.

3.8.2 University College London (Inglaterra)

A Universidade é uma das líderes mundiais em pesquisa. A Faculdade de Engenharia em si é uma das 11 faculdades dessa universidade. Até 2010, não se diferenciava de seus pares e era caracterizada como focada nas ciências de engenharia, muito tradicional e com pouco espaço para projetos práticos ou em grupo. As coisas começaram a mudar principalmente por liderança do então Reitor, no início de 2011. O novo programa “Integrated Engineering Programme (IEP)” foi lançado em setembro de 2014. Hoje, tem um currículo comum aplicado em todos os departamentos de engenharia – por dois anos não há distinção entre as variedades de cursos de engenharia; usa um sistema de ensino por quatro semanas seguido de um intensivo de uma semana de aplicação do aprendizado por meio de um projeto. Também usa experiências multidisciplinares para unir os estudantes de diversas engenharias; também fazem um projeto intensivo de duas semanas de duração, multidisciplinar, com objetivo de resolver problemas humanitários em aberto.

Sua ênfase está no aprendizado multidisciplinar, aplicação do conhecimento na prática, entendimento da engenharia como veículo de mudanças positivas no mundo e desenvolvimento de habilidades e atitudes profissionais dos estudantes. O que diferencia o programa é que tudo isso não ocorre em disciplinas ou módulos isolados, como é comum em outras universidades. Recebe cerca de mil estudantes por ano, de oito departamentos de engenharia, e todos recebem a mesma abordagem curricular mencionada.

Como desafios, destacam-se: a) manter balanço entre aprendizado multidisciplinar e garantir que cada departamento tenha poder sobre seu currículo disciplinar e consiga formar seu desenvolvimento a partir de suas próprias estratégias e prioridades; b) papel e foco dos funcionários – a transição da entrega de “conteúdo de engenharia”, centrada no professor, e em direção à aprendizagem centrada no projeto deixou “professores focados na pesquisa, que teriam ministrado as palestras tradicionais, ministrando menos aulas” e “professores mais interessados no ensino em uma carga muito maior”. Essa reformulação das funções acadêmicas reflete os interesses e as prioridades dos funcionários, mas a diversificação pode não representar

necessariamente um problema. No entanto, seu sucesso baseia-se na capacidade de o sistema de promoção da UCL, recentemente reformado, reconhecer e recompensar adequadamente a contribuição dos acadêmicos no domínio educacional.

3.8.3 Charles Sturt University (Austrália)

Localizada no sudeste da Austrália, numa região marcada pela baixa densidade de estudantes, longe dos maiores centros metropolitanos do país. Foi criada para combater essas questões, baseada nas necessidades econômicas e sociais da região de New South Wales. Criaram o programa de engenharia para ser atrativo e único: 5,5 anos, misturando bacharelado e mestrado, na área de Sistemas de Engenharia Civil. Foi lançado em fevereiro de 2016 para 28 estudantes. O currículo é estruturado em duas fases: uma de 18 meses no *campus*, baseada em uma série de projetos desafiadores que visam a imergir o estudante no contexto social da engenharia, e o restante dos quatro anos são feitos fora do *campus*, em torno de uma sequência de quatro estágios remunerados de 12 meses.

A Universidade se distingue por ter um ambiente preparado para o trabalho com parcerias próximas com a indústria, com foco na preparação do estudante para o ambiente de trabalho, já sendo os estudantes tratados como profissionais desde o começo; foco no aprendizado autodidata – os estudantes são encorajados a criar suas próprias metas de aprendizado, e são desafiados no seu período no *campus* a resolver desafios, por meio da identificação, aprendizado e aplicação do conhecimento e habilidades necessárias para resolvê-los; abordagem diferenciada do aprendizado *on-line* – quase todo o conteúdo técnico de engenharia está *on-line*, dividido em tópicos independentes (“aprendizado *‘just-in-time’*”, para que o estudante escolha quando e como aprendê-los.

Como desafio, destaca-se manter a qualidade e a cultura se a quantidade de estudantes aumentar, mas hoje a universidade ainda não é conhecida o suficiente (o que também é um problema; ela também sofre com baixa quantidade de estudantes) e isso não ocorre.

Seu sucesso é devido a/depende de: a) apoio inabalável da alta administração da universidade, que permitiu que a visão e projeto do programa existam sem serem comprometidos por limitações e protocolos da universidade; b) a capacidade dos líderes do programa de recorrer a conhecimentos e boa vontade externos de toda a universidade e do país provou ser inestimável para o projeto e execução do programa de engenharia.

3.8.4 TU Delft (Holanda)

A universidade existe desde 1842 e é reconhecida tanto como líder atual quanto como líder emergente. Sua reputação deriva do que se chama de “espírito Delf”, baseado em abertura e inclusão para professores e estudantes, permitindo que novas ideias e abordagens inovadoras surjam da comunidade universitária, além da visão igualitária comum da sociedade holandesa, que permeia a cultura da universidade. A qualidade inicial dos estudantes também faz parte do sucesso da universidade. São caracterizados pela diversidade: 17 programas de bacharelado e 33 de mestrado, todos projetados e entregues de forma relativamente independente, com consideráveis variações entre si no currículo e abordagem pedagógica – porém ainda têm algumas características em comum.

Diferencia-se das demais por: rigor no conhecimento dos fundamentos de engenharia; aprendizagem centrada em projetos; cultura estudantil ambiciosa em termos de iniciativa e aprendizado prático – muitas oportunidades de aplicar conhecimentos em problemas reais de engenharia, usualmente envolvendo/sendo apoiadas por atividades extracurriculares que operam de forma relativamente independente da universidade; uma abordagem pioneira no aprendizado combinado e *on-line*.

É considerada emergente por inserir mudanças constantes e graduais em seus programas de engenharia e fazer isso mantendo a qualidade pela qual já é reconhecida.

Como desafios, enfrenta: a) um sentimento de que as melhores práticas na escola são espalhadas, e as práticas pedagógicas variam consideravelmente dentro da instituição. A união entre faculdades existe, mas de forma limitada; b) poucas mudanças estruturais foram impostas sem que fossem medidas governamentais obrigatórias.

No momento, porém, a universidade está com várias ideias para mudanças radicais, incluindo: aumentar a flexibilidade e possibilidade de escolhas do estudante, integração e multidisciplinaridade e experiências de aprendizagem ativa. Ainda existem receios e dúvidas sobre como implementar essas mudanças.

3.8.5 Engenharia Mecânica da Aalborg University (Dinamarca)

A universidade, localizada na Dinamarca, é hoje considerada uma das melhores escolas de engenharia do mundo. Fundada em 1974, está entre as 300 melhores universidades do mundo das 1.799 universidades (THE, 2022b).

O método de ensino e aprendizagem base da Universidade é a aprendizagem baseada em problemas, chamada de “*The Aalborg Model for Problem Based Learning*”, reconhecida internacionalmente e, inclusive, pela UNESCO (AALBORG, 2022a).

As atividades são majoritariamente realizadas em grupos e possivelmente estes são realizados em colaboração com um parceiro industrial. Cada semestre tem um tema geral. Nos dois primeiros semestres, o aluno passará 50% do tempo em aulas, enquanto a outra metade será voltada para o desenvolvimento do projeto do semestre. Existem dois tipos de aulas: as da unidade de projeto e da unidade de estudo (fornecem conhecimento básico mais geral; podem ser seminários ou laboratórios, oferecidos normalmente por professores). O método de ensino inclui a avaliação dos trabalhos em grupo e projetos se dá por uma apresentação que cada aluno faz individualmente. Entretanto, o exame se dá ao lado dos colegas de grupo, o que pode acrescentar mais perspectivas às discussões. Os estudantes podem se complementar e apoiar mutuamente durante o exame. Os grupos contêm de 4 a 5 estudantes, normalmente.

3.8.6 Engenharia Mecânica do INSPER (São Paulo, Brasil)

O INSPER é um Instituto de Ensino em Pesquisa localizado em São Paulo, estando entre as 1.000 universidades mais impactantes do mundo, entre 1.406 analisadas (THE, 2022a). O PPC do INSPER centraliza os detalhes das engenharias da instituição. Já criados com orientação inovadora, e por ser particular, a instituição teve mais liberdade para buscar desde o começo professores que tivessem experiência ou vontade de trabalhar usando metodologias de ensino ativas, por exemplo. A carga horária total geral é de 4.100 horas, com tempo ideal de formação de 10 semestres.

Existem três tipos de disciplinas: núcleo profissionalizante (como *design* para manufatura, acionamentos elétricos e transferência de calor), núcleo específico (disciplinas relativas às “trilhas de aprendizagem” propostas pela instituição, como projeto biomecânico, projetos finais, eletivas e estágio) e núcleo básico (como física, matemática multivariada e mecânica dos sólidos).

Seu projeto pedagógico menciona, ainda, que trabalha para criar profissionais qualificados, dotados de habilidades e competências alinhadas às necessidades do setor produtivo local e regional. Para isso, analisam questões sobre lacunas de habilidades e descasamento da formação de profissionais. Em termos de competências, a instituição levanta:

- a) **Competências essenciais:** habilidade de análise, resolução de problemas, trabalho em equipe, liderança de grupos de projeto, argumentação e apresentação (comunicação escrita e verbal).
- b) **Competências interpessoais:** habilidade para trabalhar em grupos (e de criar e manter um clima de confiança mútua), orientação a resultados, desenvolver pensamento crítico.
- c) **Competências gerais de engenharia:** traduzir o conhecimento científico e tecnológico em inovação e colocá-los em prática; aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais (a partir de modelagem matemática do comportamento dinâmico de sistemas); adquirir, especificar analisar e processar dados relevantes; planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia, operação e manutenção de sistemas.
- d) **Competências profissionais:** identificar oportunidades; ter iniciativa para transformar essas oportunidades em empreendimentos que criem e entreguem valor para a sociedade; capacidade de atuação multifuncional, interdisciplinar e aplicada.
- e) **Competências específicas de engenharia mecânica:** conceber, projetar, operar, controlar e dar manutenção a equipamentos, dispositivos e sistemas mecânicos; projetar, conduzir e interpretar resultados de experimentos, concebendo e utilizando sistemas de hardware e software; desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas, técnicas e fontes de energia, dimensionando sua viabilidade econômica e impactos ambientais; aplicar conceitos de conversão de energia para diferentes sistemas cabíveis.

Menciona-se também a importância de uma formação técnica rigorosa. Em resumo, o perfil do egresso inclui sólida formação nos fundamentos de engenharia mecânica, orientação empreendedora, pensamento orientado ao *design*, trabalho em equipe, autonomia intelectual e boa comunicação oral e escrita.

3.8.7 Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Curitiba, Brasil)

A UTFPR surgiu em 1909 como Escola de Aprendizes Artífices, tornou-se Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) em 1978, quando passou a ministrar cursos de graduação plena, e universidade em 2005. Está entre as 1.500 melhores universidades do mundo (THE, 2022b).

Como competências, o PPC levanta aquelas mencionadas nas DCNs de 2019 e complementa:

- a) **Conhecimentos:** formação sólida em disciplinas básicas de engenharia, informática, gestão, humanística, forte embasamento nas diversas áreas da engenharia mecânica.
- b) **Atitudes:** ser proativo, ter perfil de liderança, ter perfil empreendedor (“seja como dono do seu próprio empreendimento, como empregador, seja dentro de uma organização como colaborador”, empatia (“consciente de seu papel na sociedade e venha a ter um bom relacionamento humano no trabalho”).
- c) **Competências essenciais:** atuar profissionalmente com ética e respeito aos preceitos profissionais; visão multidisciplinar e interdisciplinar; ter facilidade em acompanhar a evolução tecnológica.
- d) **Competências interpessoais:** ser capaz de inserir-se na vida comunitária a partir de projetos de interesse social e humano.
- e) **Competências gerais de engenharia:** saber aplicar os conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais do seu campo de trabalho na engenharia; avaliar o impacto socioambiental no desenvolvimento de suas atividades profissionais.
- f) **Competências profissionais:** desenvolver atividades de pesquisa científica e tecnológica em instituições acadêmicas; saber conduzir equipes de trabalho que atuem em projetos, realização ou administração de processos ligados à mecânica; ser capaz de desenvolver e utilizar novas ferramentas e técnicas para o desenvolvimento de sua profissão; comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.
- g) **Competências específicas de engenharia mecânica:** capaz de adaptar-se às atividades desenvolvidas pela indústria metalmecânica e áreas correlatas; projetar e conduzir a implementação de projetos no setor da mecânica.

O PPC não menciona especificamente as habilidades que deseja promover. Entretanto, um aspecto a ser mencionado é que, das 4.180 horas que o curso totaliza (numa redução de 395 horas da matriz anterior), incluem-se:

- a) 3120 horas presenciais em disciplinas com conteúdo básico (1.875 horas), profissionalizante (1.140 horas) e profissionalizante específico (105 horas); e
- b) 1.060 horas de atividades de síntese, integração e complementação dos conhecimentos: 400h de Estágio Curricular Obrigatório, 165 horas de disciplinas optativas, 195 horas de disciplinas optativas do Ciclo de Humanidades, 180 horas de

Atividades Complementares e 120 horas destinadas à execução do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC1 + TCC2).

3.8.8 Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Catarina

O Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina procura guiar suas ações de gestão com a liberdade acadêmica que permeia e estimula os professores a serem protagonistas na administração universitária e no desenvolvimento da pesquisa e da extensão, a partir de projetos para suportar a estruturação de laboratórios, grupos e núcleos focados em ciência, tecnologia e inovação em prol da sociedade, como também na coordenação de projetos institucionais. Esse protagonismo dos docentes do Departamento de Engenharia Mecânica cunhou projeção nacional e internacional em várias áreas do conhecimento, com reflexo positivo na seleção de alunos, nas avaliações de governo e na percepção da iniciativa privada (EMC, 2015).

A visão para o ensino do Departamento é de que a qualidade, a oportunidade e a flexibilidade são premissas inegociáveis. Estas devem ser desenvolvidas por meio de métodos, infraestrutura e ambiente adequados, e construídas por corpo docente, de suporte e alunos preparados e engajados. A modernização do curso, assunto muito em pauta no Planejamento Estratégico (PE) de 2015 (EMC, 2015), vai ao encontro da manutenção da competitividade global dos engenheiros formados pelo curso, atendendo, enquanto isso, ao Plano de Desenvolvimento Institucional 2020-2024 da UFSC. De fato, já se mencionava a necessidade de revisão do encadeamento de disciplinas e pré-requisitos, diminuição do número de disciplinas obrigatórias enquanto aumenta-se o de optativas e incentivo à participação em atividades extraclasse com atividades práticas (EMC, 2015).

Assim, a perspectiva do futuro dos cursos de Engenharia Mecânica se baseia no fato de que a formação para o exercício de uma profissão em uma era de mudanças rápidas, constantes e profundas requer necessariamente o fortalecimento da articulação entre teoria e prática, a promoção de ações que visem à internacionalização da educação e o desenvolvimento de inovações pedagógicas, científicas e tecnológicas (UFSC, 2019).

Os principais desafios identificados no PE de 2015, mas que ainda são presentes na instituição, são:

- a) Desmotivação dos professores das disciplinas iniciais;
- b) Alunos dependentes dos professores;

- c) Currículo engessado com pouco espaço para optativas e para formação aprofundada e com pouca integração com a pós-graduação;
- d) Evasão elevada e desmotivação dos alunos;
- e) Infraestrutura de laboratório deficiente e laboratórios e grupos monodisciplinares;
- f) Dificuldade de gestão de patrimônio e dificuldade de engajar os professores a assumirem posições administrativas no departamento.

3.9 COLETA DE DADOS

Segundo Silva e Menezes (2005), a coleta de dados é a etapa essencial que oportuniza a posterior análise e permite a apresentação de resultados metodologicamente confiáveis. A definição do instrumento de coleta de dados depende essencialmente dos objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado.

3.9.1 Instrumentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi feita por meio de dois meios principais: (i) Questionários enviados a alunos atuais, ex-alunos (*alumni*) e professores do curso de Engenharia Mecânica da UFSC; e (ii) Entrevistas semiestruturadas com *stakeholders*.

3.9.1.1 Questionários

Segundo Johnson *et al.* (2014), o questionário é uma ferramenta valiosa na pesquisa social, pois permite coletar informações de um grande número de participantes de forma eficiente. O questionário oferece a vantagem de fornecer dados padronizados, o que facilita a comparação e a análise dos resultados.

Além disso, o questionário permite alcançar uma amostra representativa da população-alvo, permitindo que os pesquisadores generalizem os resultados para além da amostra estudada.

O questionário aplicado, na sua versão 1, compreendeu questões, usando-se a escala de Likert, de 2 ou 4 pontos, ou seja, sem fornecer uma opção neutra, para gerar uma “escolha forçada” do respondente (FRANKENTHAL, 2022). Mais especificamente, isso implicou:

- a) 2 pontos: contém opções de resposta “sim” ou “não”;

- b) 4 pontos: contém opções de resposta de 1 a 4, sendo 1 “discordo completamente” e 4 “concordo completamente”, além dessas questões, existem ainda outras de múltipla escolha e de resposta de texto curto e longo.

Após esse primeiro questionário ser aplicado em 2021.1, foi aplicado um outro questionário, na sua versão 2, em 2022.2 aos alunos (Apêndice E – Pesquisa de Interesse Profissional – Estudantes de Engenharia da UFSC) a fim de entender melhor suas visões e as preferências sobre o mercado de trabalho e a capacitação que o Curso de Engenharia Mecânica da UFSC proporcionava.

3.9.2 População e Amostra da Pesquisa

Na Versão 1 do questionário, a população à qual ele foi aplicado é a de estudantes que já cumpriram mais de 50% do curso, ou seja, os “especialistas” demandados pelo Método Delphi. A quantidade total de estudantes do curso de Engenharia Mecânica flutua de semestre para semestre, permanecendo normalmente entre 600 e 700 alunos (sem considerar os efeitos da pandemia), de acordo com dados do CAGR entre 2006 e 2020.

Considerando-se os alunos regulares entre os especialistas, a população de interesse equivale, portanto, a um número aproximado de 300 estudantes – o valor flutua um pouco a cada semestre. Dessa forma, o tamanho da amostra mínima de 61 alunos respondentes pode ser considerado.

Já na Versão 2 do questionário, o questionário foi enviado a todos os alunos que estão matriculados nas disciplinas de “Projeto de Sistemas de Qualidade” e “Carreira”, totalizando $N = 84$ estudantes no caso da equação 8 (método simples). Novamente, os alunos dessas disciplinas costumam ser das últimas fases do curso e aproximadamente 89% dos matriculados eram da Engenharia Mecânica. Nesse caso, a população é homogênea de acordo com os critérios de interesse aplicados na primeira versão do questionário (mais de 50% do curso concluído), e o tamanho da amostra mínima a ser considerada pode ser de 20 respondentes.

E, por fim, no terceiro questionário aplicado à população foi semelhante à versão 1 do questionário, pois foi em sua maioria focada nos ex-estudantes da disciplina de “Projeto de Sistemas de Qualidade” e “Carreira”.

No entanto, diferenciando-se do anterior, houve participação de 16,4% de alunos do ciclo básico. A pesquisa foi respondida por 110 alunos, sendo que 67,3% cursam Engenharia Mecânica e 25,5% cursam Engenharia de Controle de Automação.

3.10 SÍNTESE DO CAPÍTULO 3

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa de tese de doutorado que foram baseados na abordagem do *Design Science Research* (DSR) e foram divididos em seis etapas para viabilizar o desenvolvimento da pesquisa. A pesquisa é caracterizada quanto à sua natureza, paradigma adotado, método, abordagem de pesquisa e técnicas de coleta de dados. A abordagem metodológica utilizada é prescritiva, pois propõe um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, para enfrentar os desafios da transformação digital. De fato, o DSR é uma abordagem de pesquisa que visa desenvolver soluções práticas para problemas do mundo real, integrando teoria e prática, em seis etapas: Na etapa 1, de identificação do problema e sua motivação, o problema de pesquisa foi definido e justificado, estabelecendo a importância de encontrar uma solução. A definição do problema foi baseada em um levantamento bibliográfico, análise bibliométrica e revisão de literatura, que buscaram investigar os temas relacionados à pesquisa. Na etapa 2, de definição do problema, foram definidos o objetivo geral e os objetivos específicos que orientam o desenvolvimento da pesquisa. Na etapa 3, de projeto e desenvolvimento, o artefato para a solução do problema foi projetado e desenvolvido, considerando a funcionalidade desejada do artefato e sua arquitetura para resolver o problema identificado. Na etapa 4, de demonstração e validação, o artefato foi aplicado em uma situação real/simulada, em uma disciplina piloto, para verificar sua eficácia e utilidade prática. Foram coletados dados e evidências para avaliar o desempenho e a efetividade do artefato. Na etapa 5, avaliação, os resultados foram comparados com os objetivos estabelecidos para verificar o alinhamento efetivo do artefato à solução do problema. A avaliação pode assumir várias formas, como comparação da funcionalidade do artefato com os objetivos da solução, pesquisas de satisfação, feedback dos usuários, entre outros. Na etapa 6, de comunicação, os resultados da pesquisa foram comunicados, incluindo a divulgação da solução do problema, a sua relevância e a apresentação do artefato desenvolvido. As técnicas de pesquisa utilizadas sequencialmente para o projeto do modelo operacional foram: Análise bibliométrica e revisão narrativa; análise SWOT do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC para mapear suas capacidades; estudo de caso sumário para a identificação de práticas implementadas em outras universidades nacionais e internacionais, que podem ser utilizadas como referência, estudo de caso “piloto”, na disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, ministrada pelo pesquisador, que funcionou como um ateliê de compreensão e criação do plano de carreira dos estudantes de engenharia; questionários, que foram aplicados em uma

versão simplificada da técnica Delphi para buscar um consenso entre os respondentes, considerados especialistas no assunto e entrevistas, que foram realizadas com especialistas de empresas de grande porte. O projeto e o desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia foram baseados no método *DSR*, que fornece uma estrutura sistemática e rigorosa para a pesquisa, garantindo resultados relevantes e aplicáveis.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS ESTUDANTES

No total foram aplicados dois questionários com os estudantes, conforme apresentado no Quadro 11.

O segundo questionário é, na verdade, uma versão revisada do primeiro – usando-se, assim, uma aplicação inspirada e adaptada da técnica Delphi, conforme detalhado anteriormente.

Quadro 11 – Questionários aplicados aos alunos

Questionário	Versão completa	Respostas totais	Respostas úteis	População mínima	Período de aplicação
Versão 1	Disponível no Apêndice A	82	65 ⁴	61	2021.1
Versão 2	Disponível no Apêndice B	56	50 ⁵	20	2022.2

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2022)

Após analisar os resultados do questionário, na sua versão 1, optou-se, com base no teor da pesquisa, por retirar as questões/afirmações referentes ao trabalho de curso e a questão relativa ao terceiro setor. Ainda, a ordem de algumas questões foi alterada para melhorar o fluxo de resposta às perguntas (com relação à experiência do respondente).

As afirmações retiradas foram:

- a) **Afirmação 15:** Estou satisfeito com a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje.
- b) **Afirmação 16:** Gostaria que o Trabalho de Conclusão de Curso pudesse ser realizado em equipe.
- c) **Afirmação 55:** A atuação do estudante de engenharia no terceiro setor é importante para sua formação.

A Versão 2 do questionário incluiu breves alterações e adição de novas questões/afirmações, indicadas a seguir:

⁴ Um total de 65 estudantes de Engenharia Mecânica com mais de 50% do curso completo responderam à pesquisa.

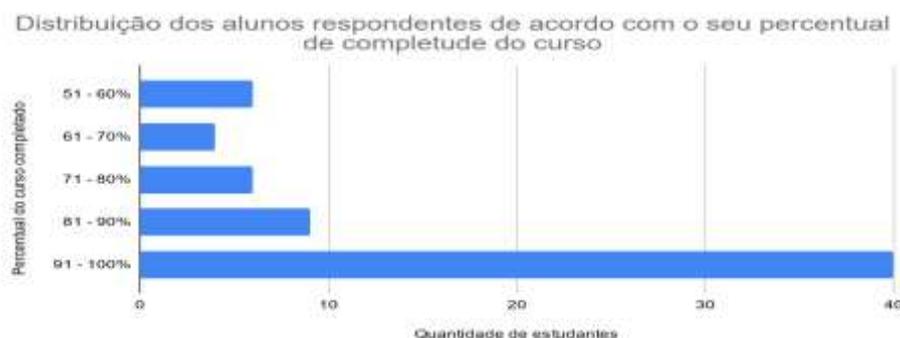
⁵ Um total de 50 estudantes de Engenharia Mecânica com mais de 50% do curso completo responderam à pesquisa.

- a) **Afirmação 1:** As atividades existentes hoje no curso são suficientes para atingir todos os perfis de estudantes (laboratórios, iniciação científica, equipes de competição, PET, Neo Empresarial, Semana Acadêmica, empresa júnior e outros).
- b) **Afirmação 2:** O trabalho nesses grupos é importante para sua formação ou seu futuro.
- c) **Afirmação 3:** Eu gostaria que atividades como participação em equipes de competição, empresa júnior e grupos de estudo (ou semelhantes) fossem validadas no currículo como horas cursadas.
- d) **Afirmação 4:** Qual o nível de dificuldade das disciplinas que está cursando, de modo geral?
- e) **Afirmação 5:** Qual a sua autopercepção do seu grau de dedicação às disciplinas (em geral)?
- f) **Afirmação 6:** Fui bem acolhido no curso quando era calouro.
- g) **Afirmação 7:** Estou gerando impacto ambiental positivo enquanto curso minha graduação.
- h) **Afirmação 8:** Estou aprendendo a considerar o impacto ecológico/ambiental das minhas atividades enquanto curso minha graduação.

4.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DETALHADA DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO – VERSÃO 1

Na sua primeira versão, 65 estudantes de Engenharia Mecânica com mais de 50% do curso completo responderam à pesquisa. Portanto, excedendo em quatro estudantes o tamanho da amostra mínimo calculado. A distribuição deles por percentual de completude do curso é apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Distribuição dos estudantes respondentes do questionário, por grau de completude do curso, Versão 1

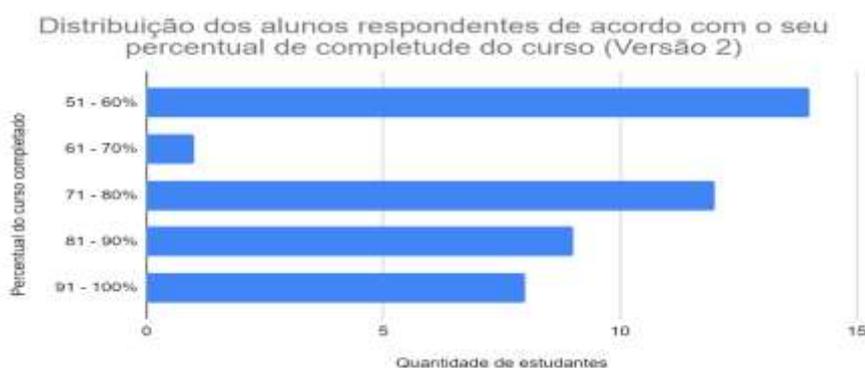


Fonte: Dados primários (2021)

Desses respondentes, 10 (15,4%) são do sexo feminino. Em comparação com a configuração por gênero no curso como um todo, o valor é levemente superior: na engenharia mecânica da UFSC, 11,83% dos alunos são do sexo feminino, de acordo com dados coletados no primeiro semestre de 2019 (FRANCISCO, 2021).

Já na segunda versão, 50 estudantes de Engenharia Mecânica com mais de 50% do curso completo responderam à pesquisa. Assim, sendo a população mínima de 20 respondentes, outros 30 também participaram. Essa diferença em relação à quantidade de respostas esperada no primeiro questionário se dá devido à sua aplicação para uma população muito mais reduzida e homogênea. A distribuição deles por percentual de completude do curso é mostrada na Figura 17.

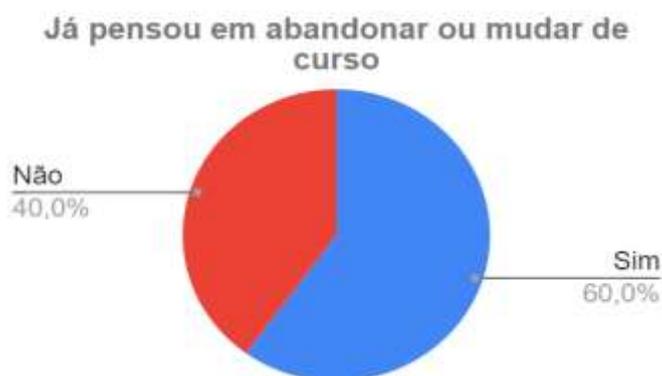
Figura 17 – Distribuição dos estudantes respondentes ao questionário, por grau de completude do curso, Versão 2



Fonte: Dados primários (2021)

Na Figura 18 são apresentados os percentuais de alunos que já pensaram, ou não, em abandonar ou mudar de curso. Entre as alunas do sexo feminino, o percentual ficou em 50% para cada caso.

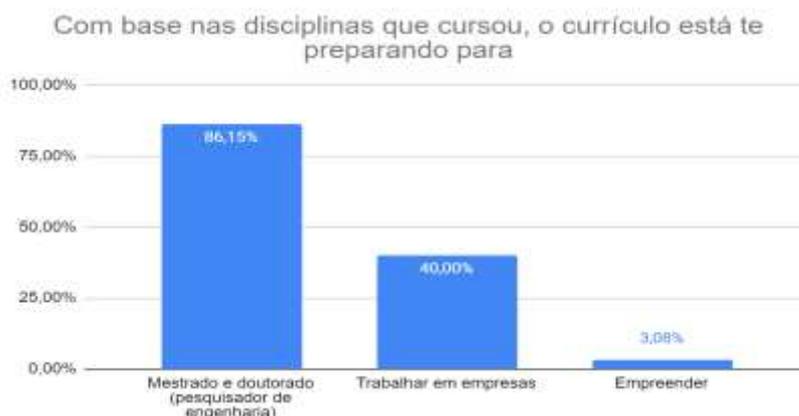
Figura 18 – Quantidade de alunos que já pensou em abandonar ou mudar de curso



Fonte: Dados primários (2021)

Quanto à interpretação de para que o currículo do curso os está preparando, a maioria das respostas aponta para a carreira acadêmica (mestrado e doutorado), como mostra a Figura 19.

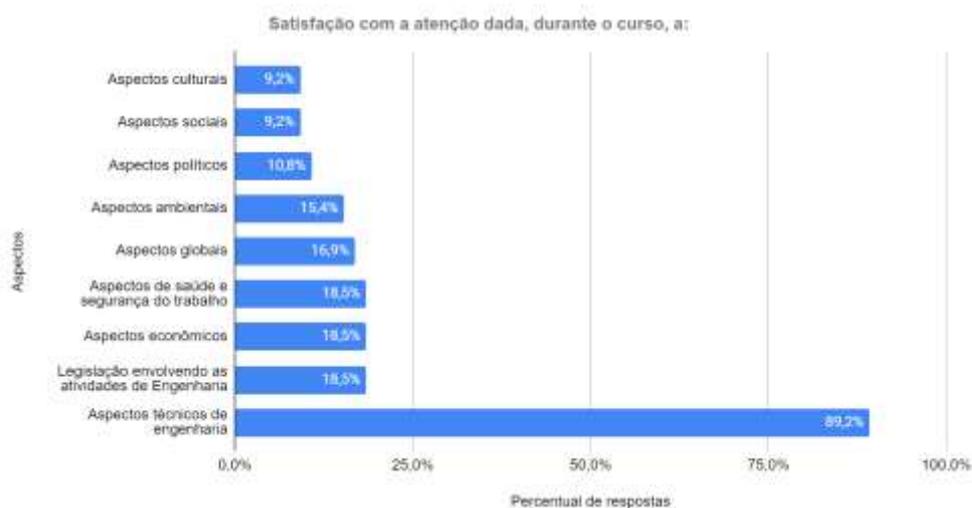
Figura 19 – Percepção dos alunos sobre para o que curso os está preparando



Fonte: Dados primários (2021)

Com relação aos aspectos definidos no item V do artigo 3º das novas DCNs (perfil do egresso), a satisfação dos estudantes (Figura 20) é significativamente diferente: enquanto aspectos técnicos foram considerados satisfatoriamente atendidos durante o curso (89,2%), os próximos três itens mais bem avaliados são os aspectos econômicos, de saúde e segurança do trabalho e relativos à legislação envolvendo atividades de engenharia, todos com 18,5%. Os alunos mostraram maior insatisfação quanto à atenção dada aos aspectos culturais e sociais (9,2%).

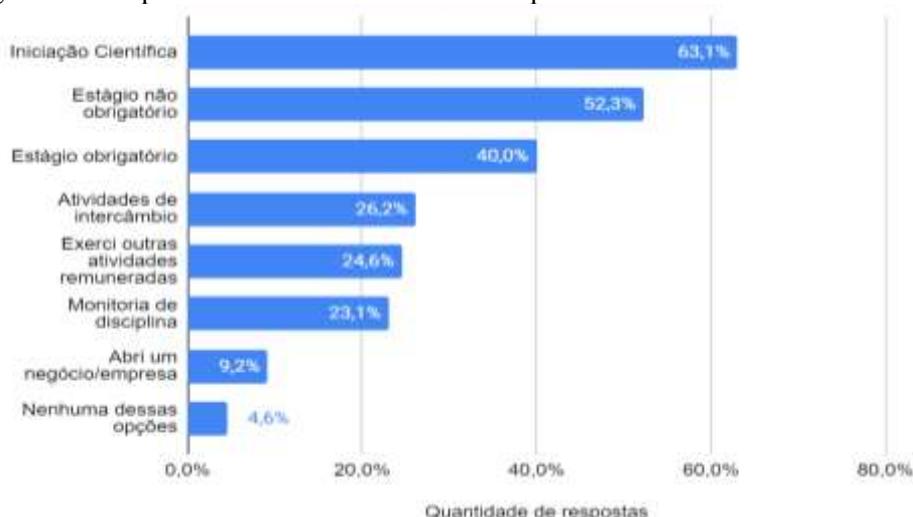
Figura 20 – Satisfação dos alunos quanto à atenção dada durante o curso para determinados aspectos



Fonte: Dados primários (2021)

Entre os respondentes, 4,6% não realizaram nenhuma atividade extraclasse (Figura 21) e 55,4% deles realizaram mais de duas atividades ao longo da graduação.

Figura 21 – Experiências extraclasse realizadas por cada aluno



Fonte: Dados primários (2021)

O “*score final*” (barras azuis, Figuras 22 a 25) mencionado pondera a quantidade de respostas para cada valor da escala (1 a 4; excepcionalmente, algumas questões permitiam resposta “0” quando o aluno não podia opinar sobre o assunto – por exemplo, se ele não cursou nenhuma disciplina de projeto, não pode responder se as prefere quando comparadas às disciplinas teóricas), calculado conforme o somatório mostrado na Equação 1.

$$Score\ final = \sum \frac{q_n}{Q} \cdot n = \frac{q_1}{Q} \cdot 1 + \frac{q_2}{Q} \cdot 2 + \frac{q_3}{Q} \cdot 3 + \frac{q_4}{Q} \cdot 4 \quad (1)$$

Onde:

Q = quantidade total de respondentes,

q_n = quantidade total de respostas “n”,

n = respostas “1”, “2”, “3” ou “4”.

Nota-se que as Figuras 22 a 25 contêm, ainda, barras amarelas que correspondem à moda das respostas às afirmações. A moda, medida de tendência central usada em estatística, indica a resposta mais frequente no conjunto de dados. Assim, se a moda para uma determinada afirmação for “4”, implica-se que a maioria das respostas a ela foi “4”. Entretanto, vale notar que mesmo que a maioria das respostas tenha sido “4”, respostas “1”, “2” ou “3” afetarão o *score final*, tornando-o, conseqüentemente, menor que 4.

Sabendo-se que 3 e 4 indicam concordância parcial e plena, respectivamente, nota-se (Figura 22) que os alunos acreditam que o EMC não aproveita plenamente dos laboratórios à sua disposição no contexto das disciplinas oferecidas no curso (*score* 3,8, dado por 83,08% de respostas “4”, 12,31% de respostas “3” e 4,62% de respostas “2”) e que os alunos preferem disciplinas práticas às teóricas (*score* 3,3).

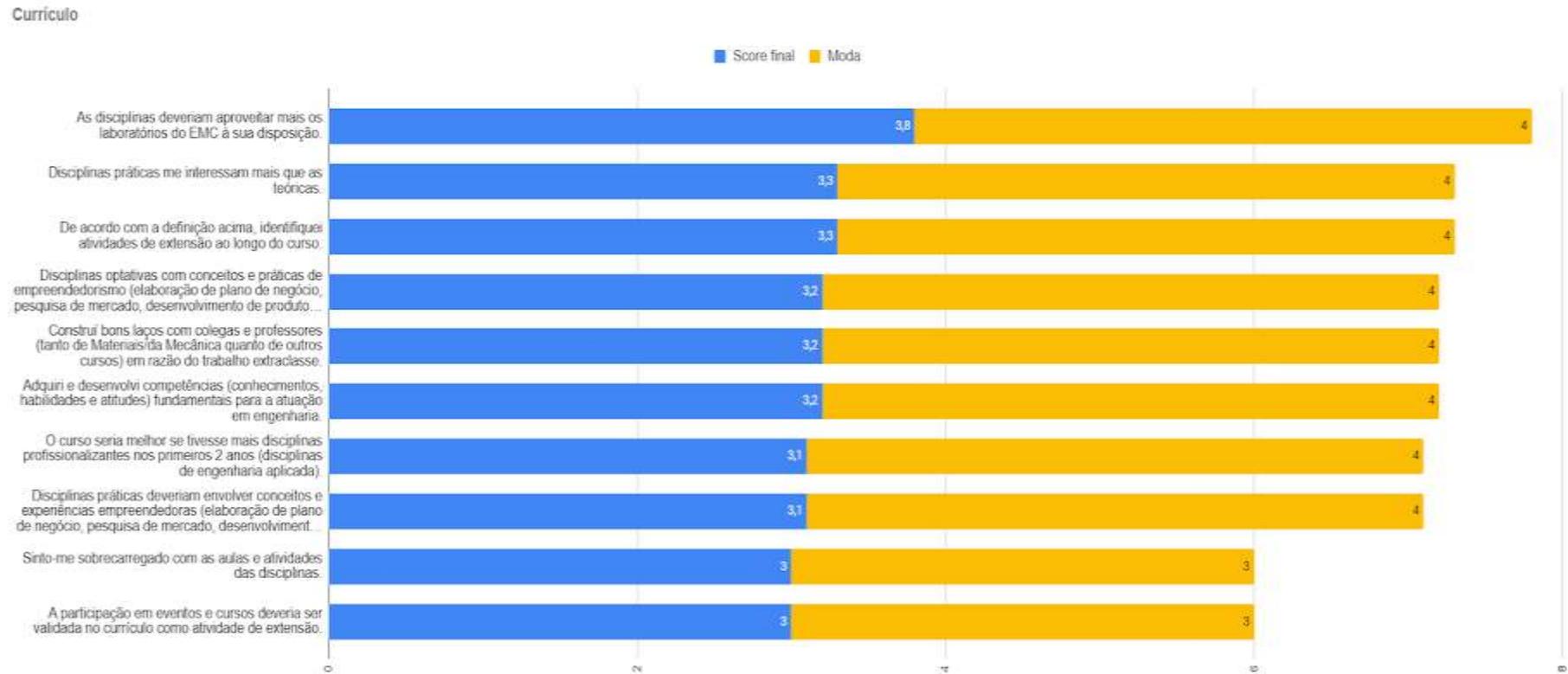
Quanto à terceira afirmação mostrada na Figura 22 (“De acordo com a definição acima, identifiquei atividades de extensão ao longo do curso”), a extensão é definida como a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político-educacional, cultural, científico e tecnológico que promove a interação transformadora entre a UFSC e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa (UFSC, 2020). Outro ponto importante também mencionado no questionário tem relação com o fato de que uma atividade é considerada extensão quando tanto o estudante quanto a sociedade aprimoram seus conhecimentos (UFSC, 2020). Com base nessas informações, os alunos julgaram ter identificado atividades de extensão ao longo do curso, atingindo um *score* final de 3,3.

Em sua maioria, eles demonstraram interesse na criação e na manutenção de disciplinas optativas de empreendedorismo (*score* final 3,2); adicionalmente, os alunos consideraram que disciplinas práticas deveriam incluir conceitos de empreendedorismo (3,1).

Outras duas percepções dos estudantes atingiram *score* 3,2: a de construção de bons laços com professores e colegas devido a atividades extraclasse e ao desenvolvimento de competências essenciais para a atuação em engenharia.

A percepção dos alunos de que o curso seria melhor se incluísse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros dois anos é apresentada com *score* 3,1. No limite inferior da concordância parcial, os alunos consideraram-se sobrecarregados com as aulas e atividades das disciplinas e que a participação em eventos e cursos devia ser validada no currículo como atividade de extensão. Contudo, como anteriormente verificou-se que a grande maioria dos estudantes realiza atividades extraclasse, é interessante avaliar também a correlação entre essas afirmações.

Figura 22 – Concordância parcial ou total com as afirmações relativas ao currículo



Fonte: Dados primários (2021)

Os itens restantes estão abaixo da nota 3 (Figura 23), o que indica que existe um percentual significativo de alunos que discordam parcial ou totalmente dessas afirmações. Enquanto maior que 2, entretanto, a concordância ainda tende a ser mais impactante que discordância. Por exemplo, a maioria dos alunos demonstrou interesse em disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedores, atingindo um *score* 2,9, mas com moda 4 – logo, as respostas são majoritariamente favoráveis. Ainda, com 2,6, está o item relacionado à motivação e ânimo para continuar o curso, com moda 3 (“concordo parcialmente”).

Com *scores* mais baixos, seguem: satisfação com a didática e apresentação de conteúdos feitas por professores de outros departamentos (2,5; enquanto o *score* para os departamentos de Mecânica é 2,3 – com moda 3 – e Física Matemática é 2,2 – com moda 2). A afirmação “hoje o curso me motiva a aprender” vem com nota 2,3, assim como “as avaliações atuais refletem meu conhecimento”. Depois, ainda acima de 2, têm-se “sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto” e “as disciplinas do curso têm boa integração entre si”.

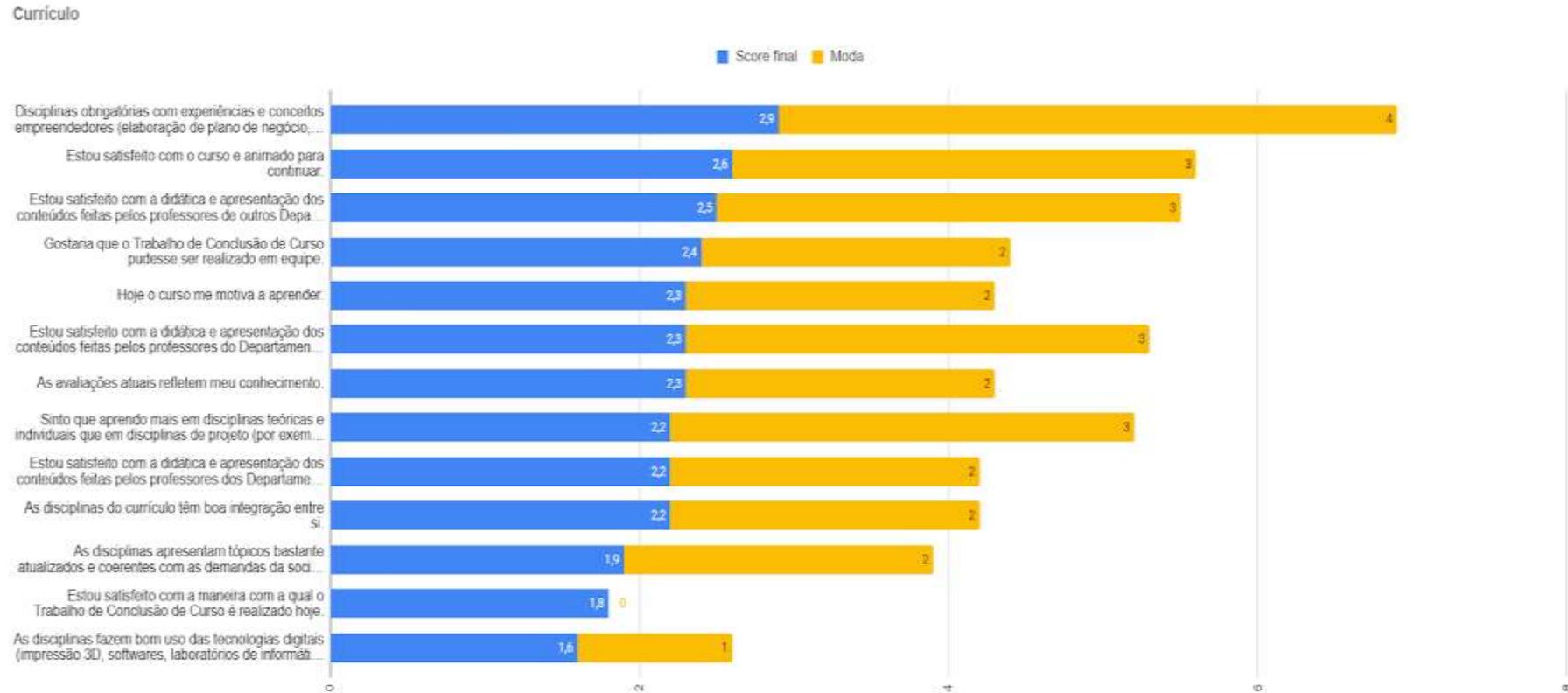
Por fim, as afirmações com maior nível de discordância são relativas à atualização dos tópicos apresentados no curso, quando comparados às demandas da sociedade. Nota-se insatisfação quanto à maneira com a qual o Trabalho de Curso é realizado, mesmo que a maioria dos respondentes ainda não tenha cursado a disciplina (como fica claro pela moda 0). Por fim, o item com percepção mais negativa é sobre o uso de tecnologias digitais: na visão dos respondentes, o curso não faz bom uso delas, obtendo-se um *score* final 1,6 com moda 1 (“discordância total”).

A avaliação quanto às competências mencionadas nas novas DCNs se dá com oito itens com *score* final igual ou maior que 3 (Figura 22). Os estudantes julgam importante que experiências com setores externos sejam incorporadas à formação universitária (incluindo pessoas, iniciativa e organizações), e que isso seja realizado no contexto das disciplinas (*score* final 3,8).

Ainda, os estudantes declaram usar, por conta própria, recursos *on-line* para aprender, complementar ou revisar algo que foi apresentado pelo professor (3,4). Sentem-se preparados para trabalhar com pessoas de diversos *backgrounds* (em termos de classe social, formação, cultura, dentre outras), assim como têm uma avaliação positiva de sua capacidade analítica, julgando-a satisfatória (ambos com *score* final 3,4). Quanto à realização de extensão em outros cursos da UFSC, tradução de necessidades do usuário em requisitos de produto e habilidades

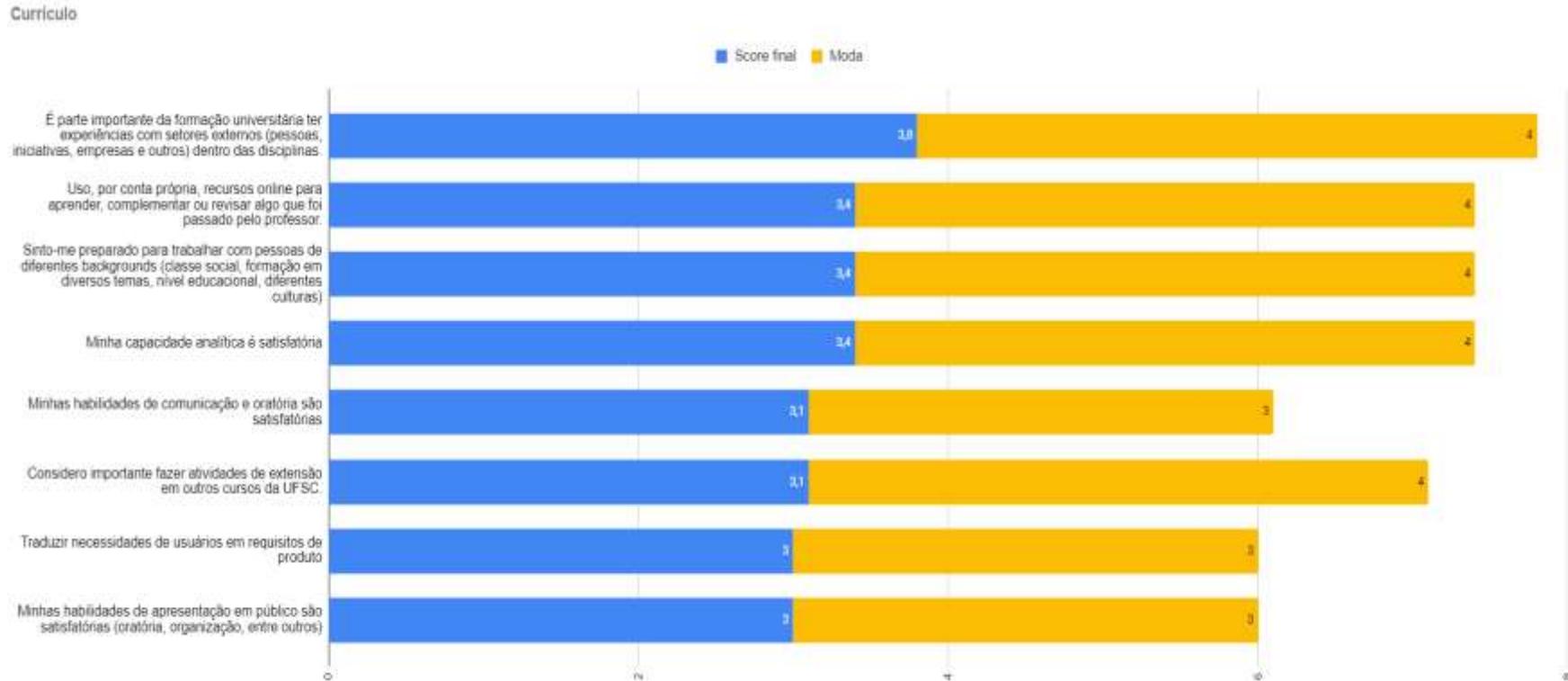
de apresentação em público (oratória, organização etc.), a percepção dos respondentes é de concordância parcial com as afirmações (entre 3,1 e 3).

Figura 23 – Discordância parcial ou total com as afirmações relativas a currículo (score final menor que 3)



Fonte: Dados primários (2021)

Figura 24 – Concordância parcial ou total com as afirmações relativas às competências mencionadas nas novas DCNs

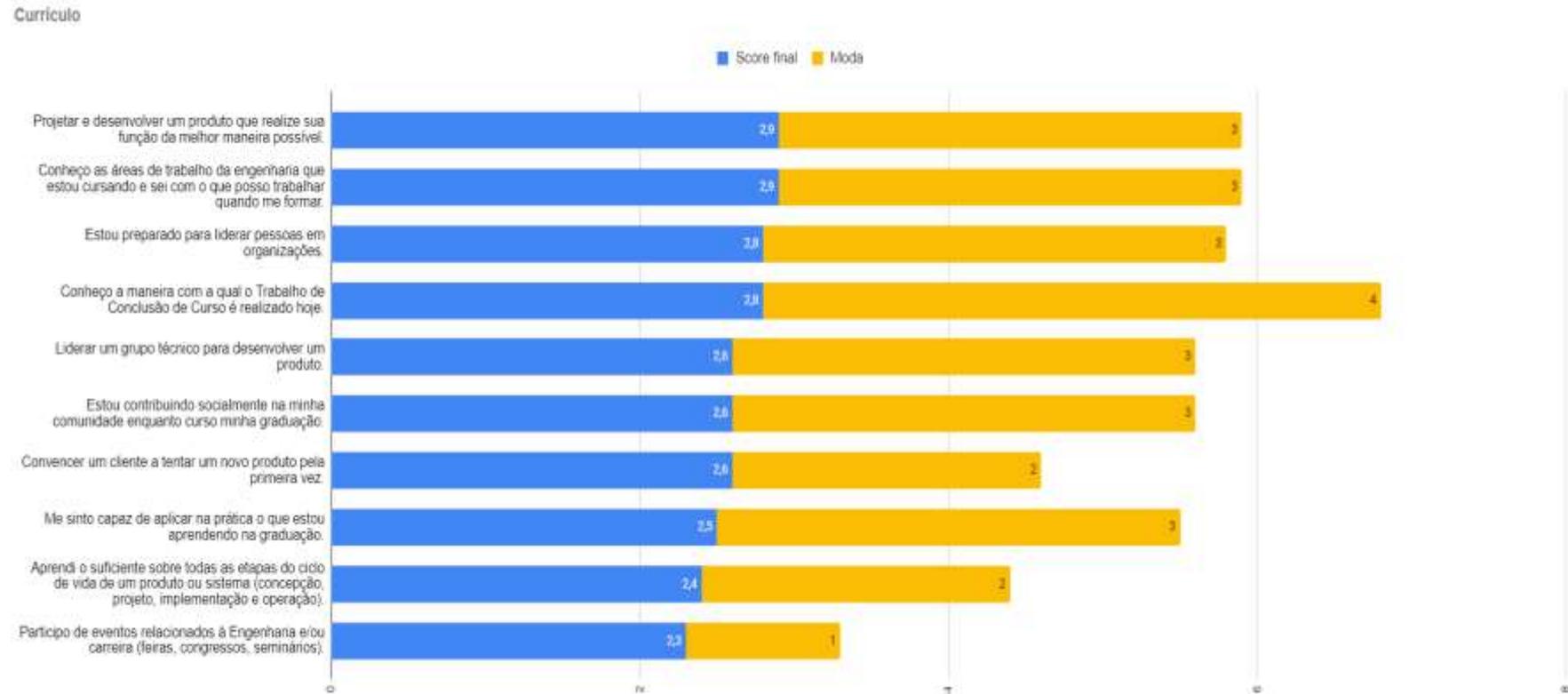


Fonte: Dados primários (2021)

Nos itens mostrados na Figura 23, relativos aos *scores* menores que 3 e, portanto, se aproximando mais da discordância parcial ou total, nota-se que os estudantes não se sentem 100% seguros de sua capacidade de projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível, bem como conhecem parcialmente as áreas de trabalho da engenharia mecânica e no que podem trabalhar quando se formarem (score 2,9). A nota decai um pouco mais quando se trata de sua percepção sobre sua própria preparação para liderar pessoas em organizações, chegando em 2,8, e decai mais 0,2 pontos quando se trata de liderar um grupo técnico para desenvolver um produto. Em seguida, embora a maioria dos respondentes tenha respondido que conhece a maneira com a qual o Trabalho de Curso é realizado, o score final ficou mais próximo da concordância parcial. Observando-se os dados primários, verifica-se que isso ocorre porque, mesmo havendo cerca de 34% dos estudantes que concordam totalmente com a afirmação, 40% deles estão entre os que discordam total ou parcialmente.

Em termos de estar contribuindo socialmente enquanto cursa sua graduação, o score final é 2,6, estando aproximadamente 46% dos alunos no grupo dos que discordam total ou parcialmente. O nível de confiança na sua própria capacidade de convencer um cliente a comprar um novo produto pela primeira vez é intermediário, também com *score* 2,6. Por fim, as três últimas afirmações, com *scores* que decaem de 0,1 ponto a cada um, são: “me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação” (2,5 com moda 3), “aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema” (2,4 com moda 2) e “participo de eventos relacionados à engenharia e/ou carreira”.

Figura 25 – Discordância parcial ou total com as afirmações relativas às competências mencionadas nas novas DCNs



Fonte: Dados primários (2021)

Na Figura 24 é indicada a concordância parcial ou total com as afirmações relativas às competências mencionadas nas novas DCNs que atingiram valores maiores ou iguais a 3. Assim, nota-se que o grau de importância dado à participação em grupos multidisciplinares (seja empresa, atividade voluntária, etc.), é o mais elevado dentre todas as afirmações. Já na Figura 25, as afirmações com valores abaixo de 3 são indicadas.

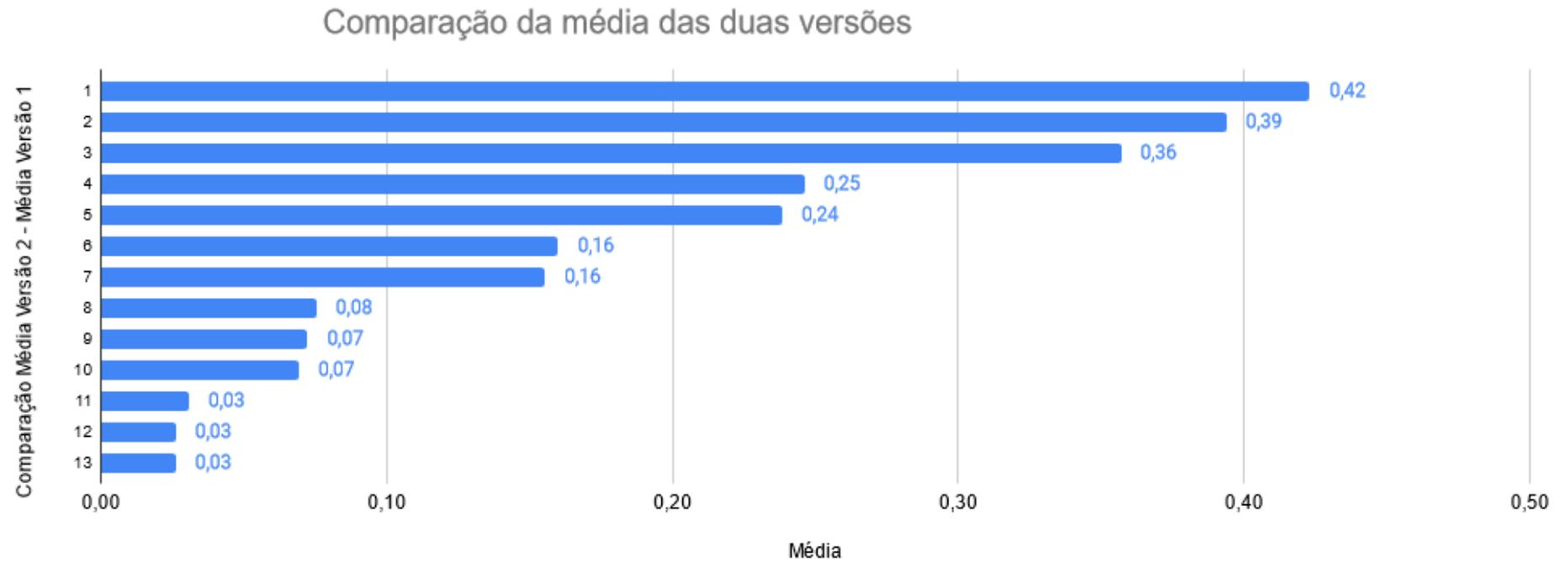
4.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DETALHADA DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO – VERSÃO 2

Das 53 questões em comum, treze apresentaram melhora (Tabela 1 – a coluna indica valores acima de zero, logo, trata das questões em que média das respostas aumentou na Versão 2 - e Figura 26), uma se manteve (“Negociar com fornecedores para conseguir melhores preços”) e o restante (39 questões) obteve uma média final menor que o obtido na primeira versão do questionário (Tabela 2, que mostra afirmações cuja média caiu na Versão 2 – portanto, os valores estão abaixo de zero).

Tabela 1 – Comparação Versão 2 *versus* Versão 1 (melhora)

#	Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1	Média
1	O curso seria melhor se tivesse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros 2 anos (disciplinas de engenharia aplicada).	0,42
2	A participação em eventos e cursos deveria ser validada no currículo como atividade de extensão.	0,39
3	Disciplinas práticas deveriam envolver conceitos e experiências empreendedoras (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0,36
4	Sinto-me sobrecarregado com as aulas e atividades das disciplinas.	0,25
5	Disciplinas práticas me interessam mais que as teóricas.	0,24
6	Convencer um cliente a tentar um novo produto pela primeira vez.	0,16
7	As disciplinas deveriam aproveitar mais os laboratórios da UFSC à sua disposição.	0,16
8	Estou satisfeito com o curso e animado para continuar.	0,08
9	Fui bem acolhido no curso quando era calouro.	0,07
10	Minhas habilidades de apresentação em público são satisfatórias (oratória, organização, entre outros).	0,07
11	É parte importante da formação universitária ter experiências com setores externos (pessoas, iniciativas, empresas e outros) dentro das disciplinas.	0,03
12	Disciplinas optativas com conceitos e práticas de empreendedorismo (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0,03
13	Vejo diversas oportunidades para o empreendedor da área de engenharia que estou cursando (investimento, incubação e aceleração).	0,03

Fonte: Dados primários (2021)

Figura 26 – Comparação Versão 2 *versus* Versão 1 (melhora)

Fonte: Dados primários (2021)

Tabela 2 – Comparação Versão 2 *versus* Versão 1 (piora)

#	Comparação Versão 2 <i>versus</i> Versão 1	Média
1	Traduzir necessidades de usuários em requisitos de produto.	-0,01
2	Conheço as áreas de trabalho da engenharia que estou cursando e sei com o que posso trabalhar quando me formar.	-0,02
3	Sinto-me preparado para trabalhar com pessoas de diferentes <i>backgrounds</i> (classe social, formação em diversos temas, nível educacional, diferentes culturas).	-0,03
4	Participo de eventos relacionados à Engenharia e/ou carreira (feiras, congressos, seminários).	-0,04
5	Considero importante fazer atividades de extensão em outros cursos da UFSC.	-0,04
6	Disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedores (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	-0,05
7	Liderar um grupo técnico para desenvolver um produto.	-0,06
8	Programa interdisciplinar para criar uma startup no âmbito acadêmico capaz de se tornar um empreendimento real.	-0,06
9	Escrever um plano de negócios claro e completo.	-0,06
10	Vejo muitas barreiras para empreender na área do meu curso.	-0,06
11	Uso, por conta própria, recursos <i>on-line</i> para aprender, complementar ou revisar algo que foi passado pelo professor.	-0,07
12	As disciplinas do currículo têm boa integração entre si.	-0,07
13	Elaborar uma estratégia para inserir um novo produto no mercado.	-0,08
14	Enfrento incertezas satisfatoriamente.	-0,08
15	Hoje o curso me motiva a aprender.	-0,09
16	Minhas habilidades de comunicação e oratória são satisfatórias.	-0,12
17	Me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação.	-0,13
18	Minha capacidade analítica é satisfatória.	-0,13
19	As disciplinas apresentam tópicos bastante atualizados e coerentes com as demandas da sociedade atual.	-0,15
20	Reconhecer se uma ideia é boa suficiente para iniciar um empreendimento.	-0,16
21	Projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível.	-0,16
22	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores dos Departamentos de Física e Matemática.	-0,17
23	Adquiri e desenvolvi competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) fundamentais para a atuação em engenharia.	-0,18
24	De acordo com a definição acima, identifiquei atividades de extensão ao longo do curso.	-0,19
25	As disciplinas fazem bom uso das tecnologias digitais (impressão 3D, softwares, laboratórios de informática) à disposição hoje.	-0,19
26	Sou capaz de avaliar boas ideias de negócios.	-0,20
27	Aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema (concepção, projeto, implementação e operação).	-0,24
28	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores de outros Departamentos.	-0,24
29	Tenho controle sobre o que acontece na minha vida.	-0,28
30	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores do	-0,29

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Média
	meu Departamento (Engenharia Mecânica, Elétrica, Química, etc.).	
31	Estou contribuindo socialmente na minha comunidade enquanto curso minha graduação.	-0,29
32	Construí bons laços com colegas e professores (tanto do meu curso quanto de outros cursos) em razão do trabalho extraclasse.	-0,31
33	Assumiria riscos de fundar uma <i>startup</i>	-0,33
34	Tenho disposição para trabalhar voluntariamente.	-0,34
35	As avaliações atuais refletem meu conhecimento.	-0,37
36	Estou preparado para liderar pessoas em organizações.	-0,38
37	Estimar os custos de iniciar um negócio.	-0,42
38	Conheço a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje.	-0,49
39	Sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto.	-0,59

Fonte: Dados primários (2021)

A moda (Tabela 3) de oito das questões em comum subiram um ponto, 30 se mantiveram e o restante apresentou queda. Desses, duas caíram 3 pontos e uma caiu 2 pontos. A coluna da moda apresenta uma escala de cores, indo de verde à vermelho à medida em que o valor representado diminui.

Tabela 3 – Comparação Versão 2 versus Versão 1 (moda)

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Moda
1	Fui bem acolhido no curso quando era calouro.	1
2	Sinto-me sobrecarregado com as aulas e atividades das disciplinas.	1
3	Participo de eventos relacionados à Engenharia e/ou carreira (feiras, congressos, seminários).	1
4	Minhas habilidades de comunicação e oratória são satisfatórias.	1
5	Minhas habilidades de apresentação em público são satisfatórias (oratória, organização, entre outros).	1
6	Vejo diversas oportunidades para o empreendedor da área de engenharia que estou cursando (investimento, incubação e aceleração).	1
7	Convencer um cliente a tentar um novo produto pela primeira vez.	1
8	A participação em eventos e cursos deveria ser validada no currículo como atividade de extensão.	1
9	Estou satisfeito com o curso e animado para continuar.	0
10	Uso, por conta própria, recursos <i>on-line</i> para aprender, complementar ou revisar algo que foi passado pelo professor.	0
11	As disciplinas do currículo têm boa integração entre si.	0
12	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores dos Departamentos de Física e Matemática.	0

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Moda
13	O curso seria melhor se tivesse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros 2 anos (disciplinas de engenharia aplicada).	0
14	As disciplinas apresentam tópicos bastante atualizados e coerentes com as demandas da sociedade atual.	0
15	Conheço as áreas de trabalho da engenharia que estou cursando e sei com o que posso trabalhar quando me formar.	0
16	Hoje o curso me motiva a aprender.	0
17	Sou capaz de avaliar boas ideias de negócios.	0
18	Enfrento incertezas satisfatoriamente.	0
19	Vejo muitas barreiras para empreender na área do meu curso.	0
20	Liderar um grupo técnico para desenvolver um produto.	0
21	Traduzir necessidades de usuários em requisitos de produto.	0
22	Projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível.	0
23	Elaborar uma estratégia para inserir um novo produto no mercado.	0
24	Escrever um plano de negócios claro e completo.	0
25	Negociar com fornecedores para conseguir melhores preços.	0
26	Reconhecer se uma ideia é boa suficiente para iniciar um empreendimento.	0
27	Disciplinas práticas me interessam mais que as teóricas.	0
28	Disciplinas práticas deveriam envolver conceitos e experiências empreendedoras (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0
29	As avaliações atuais refletem meu conhecimento.	0
30	As disciplinas deveriam aproveitar mais os laboratórios da UFSC à sua disposição.	0
31	As disciplinas fazem bom uso das tecnologias digitais (impressão 3D, <i>softwares</i> , laboratórios de informática) à disposição hoje.	0
32	Aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema (concepção, projeto, implementação e operação).	0
33	Disciplinas optativas com conceitos e práticas de empreendedorismo (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0
34	Programa interdisciplinar para criar uma startup no âmbito acadêmico capaz de se tornar um empreendimento real.	0
35	Disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedores (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0
36	De acordo com a definição acima, identifiquei atividades de extensão ao longo do curso.	0
37	Considero importante fazer atividades de extensão em outros cursos da UFSC.	0
38	Sinto-me preparado para trabalhar com pessoas de diferentes <i>backgrounds</i> (classe social, formação em diversos temas, nível educacional, diferentes culturas).	0

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Moda
39	É parte importante da formação universitária ter experiências com setores externos (pessoas, iniciativas, empresas e outros) dentro das disciplinas.	0
40	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores do meu Departamento (Engenharia Mecânica, Elétrica, Química, etc.).	-1
41	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores de outros Departamentos.	-1
42	Estou preparado para liderar pessoas em organizações.	-1
43	Adquiri e desenvolvi competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) fundamentais para a atuação em engenharia.	-1
44	Tenho controle sobre o que acontece na minha vida.	-1
45	Minha capacidade analítica é satisfatória.	-1
46	Estimar os custos de iniciar um negócio.	-1
47	Me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação.	-1
48	Tenho disposição para trabalhar voluntariamente.	-1
49	Estou contribuindo socialmente na minha comunidade enquanto curso minha graduação.	-1
50	Construí bons laços com colegas e professores (tanto do meu curso quanto de outros cursos) em razão do trabalho extraclasse.	-1
51	Sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto.	-2
52	Conheço a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje.	-3
53	Assumiria riscos de fundar uma <i>startup</i>	-3

Fonte: Dados primários (2021)

A mediana (Tabela 4) de quatro das questões teve uma subida de um ponto, enquanto 34 se mantiveram. Do restante, duas caíram 0,5 pontos e o restante caiu um ponto. Novamente, usa-se a formatação de escala de cores, em que a cor verde é atribuída para o valor mais alto e, conforme o valor decai, segue-se em gradiente até a cor vermelha, correspondente ao valor mais baixo.

Tabela 4 – Comparação Versão 2 versus Versão 1 (mediana)

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Mediana
1	O curso seria melhor se tivesse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros 2 anos (disciplinas de engenharia aplicada).	1
2	Disciplinas práticas me interessam mais que as teóricas.	1
3	Disciplinas práticas deveriam envolver conceitos e experiências empreendedoras (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	1
4	A participação em eventos e cursos deveria ser validada no currículo como atividade de extensão.	1

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Mediana
5	Fui bem acolhido no curso quando era calouro.	0
6	Estou satisfeito com o curso e animado para continuar.	0
7	Uso, por conta própria, recursos <i>on-line</i> para aprender, complementar ou revisar algo que foi passado pelo professor.	0
8	Sinto-me sobrecarregado com as aulas e atividades das disciplinas.	0
9	As disciplinas do currículo têm boa integração entre si.	0
10	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores do meu Departamento (Engenharia Mecânica, Elétrica, Química, etc.).	0
11	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores dos Departamentos de Física e Matemática.	0
12	As disciplinas apresentam tópicos bastante atualizados e coerentes com as demandas da sociedade atual.	0
13	Conheço as áreas de trabalho da engenharia que estou cursando e sei com o que posso trabalhar quando me formar.	0
14	Participo de eventos relacionados à Engenharia e/ou carreira (feiras, congressos, seminários).	0
15	Adquiri e desenvolvi competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) fundamentais para a atuação em engenharia.	0
16	Hoje o curso me motiva a aprender.	0
17	Assumiria riscos de fundar uma <i>startup</i> .	0
18	Minhas habilidades de comunicação e oratória são satisfatórias	0
19	Minhas habilidades de apresentação em público são satisfatórias (oratória, organização, entre outros).	0
20	Enfrento incertezas satisfatoriamente.	0
21	Vejo diversas oportunidades para o empreendedor da área de engenharia que estou cursando (investimento, incubação e aceleração).	0
22	Liderar um grupo técnico para desenvolver um produto.	0
23	Traduzir necessidades de usuários em requisitos de produto.	0
24	Projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível.	0
25	Convencer um cliente a tentar um novo produto pela primeira vez.	0
26	Elaborar uma estratégia para inserir um novo produto no mercado.	0
27	Escrever um plano de negócios claro e completo.	0
28	Negociar com fornecedores para conseguir melhores preços.	0
29	Estimar os custos de iniciar um negócio.	0
30	As avaliações atuais refletem meu conhecimento.	0
31	As disciplinas deveriam aproveitar mais os laboratórios da UFSC à sua disposição.	0
32	As disciplinas fazem bom uso das tecnologias digitais (impressão 3D, <i>softwares</i> , laboratórios de informática) à disposição hoje.	0

#	Comparação Versão 2 versus Versão 1	Mediana
33	Aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema (concepção, projeto, implementação e operação).	0
34	Programa interdisciplinar para criar uma <i>startup</i> no âmbito acadêmico capaz de se tornar um empreendimento real.	0
35	Disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedores (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	0
36	Considero importante fazer atividades de extensão em outros cursos da UFSC.	0
37	Sinto-me preparado para trabalhar com pessoas de diferentes backgrounds (classe social, formação em diversos temas, nível educacional, diferentes culturas).	0
38	É parte importante da formação universitária ter experiências com setores externos (pessoas, iniciativas, empresas e outros) dentro das disciplinas.	0
39	Tenho controle sobre o que acontece na minha vida.	-0,5
40	Vejo muitas barreiras para empreender na área do meu curso.	-0,5
41	Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores de outros Departamentos.	-1
42	Estou preparado para liderar pessoas em organizações.	-1
43	Conheço a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje.	-1
44	Minha capacidade analítica é satisfatória.	-1
45	Sou capaz de avaliar boas ideias de negócios	-1
46	Reconhecer se uma ideia é boa o suficiente para iniciar um empreendimento.	-1
47	Me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação.	-1
48	Sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto.	-1
49	Disciplinas optativas com conceitos e práticas de empreendedorismo (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros).	-1
50	De acordo com a definição acima, identifiquei atividades de extensão ao longo do curso.	-1
51	Tenho disposição para trabalhar voluntariamente.	-1
52	Estou contribuindo socialmente na minha comunidade enquanto curso minha graduação.	-1
53	Construí bons laços com colegas e professores (tanto do meu curso quanto de outros cursos) em razão do trabalho extraclasse.	-1

Fonte: Dados primários (2021)

4.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE PESQUISA DE INTERESSE PROFISSIONAL

Aplicado a estudantes de engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no mês de maio de 2023, o formulário do Apêndice E foi dividido em quatro seções: (1) Perfil

do entrevistado; (2) Afinidade com as áreas de atuação; (3) Entendendo a concepção de Oportunidades de Mercado x Capacitação; (4) Educação Digital. O resultado obtido é baseado nas 110 respostas recebidas.

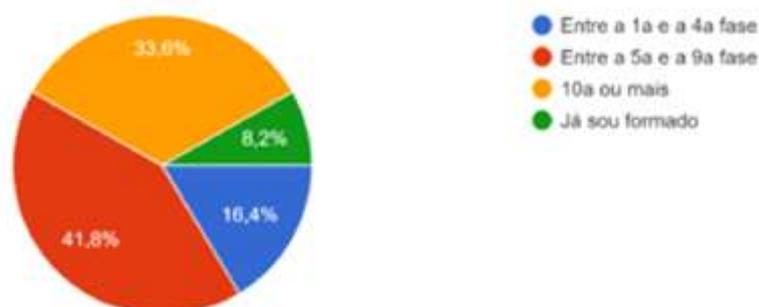
Seu intuito é de entender a visão que os estudantes têm do mercado de trabalho ao mesmo tempo que avaliam suas competências pessoais adquiridas na área da educação tecnológica dentro da universidade. A ideia também é entender como os estudantes enxergam a Transformação Digital mudando a dinâmica dos ambientes de trabalho e como isso afeta no que é requerido do Engenheiro no século XXI.

Optou-se por fazer o formulário seguindo o critério de anonimato, pedindo apenas para que os estudantes identificassem seu curso e fase atualmente cursada. Como o formulário foi direcionado, principalmente, para os ex-alunos das matérias de Construindo Carreira na Engenharia e de Projeto de Sistemas de Qualidade, o perfil apresentado é majoritariamente de estudantes da metade para o final do seu respectivo curso (sétima à décima fase). Como mostra a Figura 27, apenas 16,4% se encontram entre a primeira e a quarta fase (ciclo básico). Além disso, nove dos entrevistados já estão formados.

Figura 27 – Perfil da etapa atual na graduação dos respondentes

Está em qual fase na graduação?

110 respostas



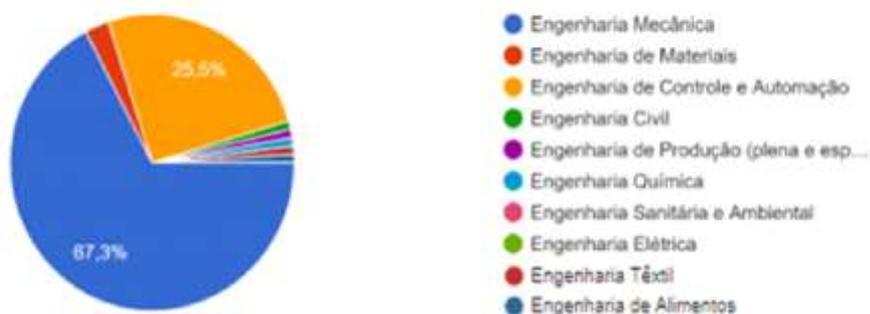
Fonte: Dados primários (2023)

Vale ressaltar que a maioria dos entrevistados cursa Engenharia Mecânica (67,3%) e Engenharia de Controle de Automação (25,5%). Ademais, houve três respostas de estudantes de Engenharia de Materiais e uma resposta para Engenharia Química, de Alimentos, Têxtil, Civil e de Produção (Figura 28).

Figura 28 – Perfil de faculdade cursada pelos estudantes

Qual o seu curso?

110 respostas



Fonte: Dados primários (2023)

Na segunda seção foi pergunte-se, numa escala de 1 a 10, a preferência dos estudantes pelas áreas de Consultoria, Acadêmica, Empreendedorismo, Finanças, Projeto e Desenvolvimento, Indústria (chão de fábrica), Gestão, Comercial, Programação e Análise de Dados. As áreas avaliadas com menor afinidade são a Acadêmica e de Finanças, tendo recebido 18 (16,4%) e 17 (15,5%) nota 1, respectivamente, além de 59,1% e 57,3% dos respondentes terem atribuído nota entre 1 e 5. Uma área que não se esperava um resultado de baixa afinidade foi a Comercial, o qual 57,3% dos estudantes elencaram afinidade entre 1 e 5 e apenas 19,1% entre 8 e 10, uma vez que é uma área que se sabe ser dominada por engenheiros nas empresas, do ramo da engenharia ou não, já há muitos anos.

Além disso, Projeto e Desenvolvimento foi a área que recebeu mais nota máxima, com 28 (25,5%) atribuições 10. Além do mais, 82,7% dos entrevistados atribuíram afinidade entre 6 e 10 com essa área. Outro ponto de surpresa da pesquisa, mas dessa vez pelo grande número de alunos que elencaram afinidade entre 6 e 10 (68,2%), foi a preferência pela área de Gestão. Essa área, apesar de ser muito ocupada por engenheiros no mercado, é difícil de proporcionar aos estudantes experiência ainda na faculdade.

Ademais, vale ressaltar que Análise de Dados recebeu maior pontuação do que Programação, com 61% e 50% entre 6 e 10, respectivamente. Em programação, 29% dos estudantes elencaram afinidade entre 4 e 5, o que é um número bem preocupante de engenheiros (em maioria Mecânicos e de Automação) com pouca afinidade. Esses deveriam, por necessidade de mercado, entender mais essas linguagens.

Empreendedorismo também foi uma área de destaque, com 61,8% dos participantes atribuindo afinidade entre 6 e 10, circunstância que demonstra o perfil empreendedor dos engenheiros da UFSC. Consultoria foi a área com distribuição mais homogênea na escala de 1 a 10, porém recebendo 3 como a nota mais recorrente (16 votos). Por fim, a Indústria concentra

55,5% das afinidades entre 5 e 8, fato que comprova a percepção dos estudantes de que o curso na UFSC prepara os estudantes para o meio fabril – até mesmo a preparação dos laboratórios, que possuem muitos projetos em parceria com empresas de mercado.

Para as mesmas áreas apresentadas na seção 2.2 do Apêndice E, fez-se a pergunta referente à qual a chance que o engenheiro acredita ter de encontrar emprego e, principalmente, estar capacitado para trabalhar na respectiva área de atuação. Alguns resultados foram interessantes, como na Consultoria, por exemplo, 55,5% dos estudantes consideram a empregabilidade de 6 a 10, tendendo a porcentagem para maior probabilidade do que referente à afinidade. Já Finanças dividiu opiniões: enquanto 15,5% dos respondentes avaliaram a menor nota possível para empregabilidade, 52,7% acreditam ser entre 5 e 8, o que é uma boa probabilidade. Semelhante ocorreu para Programação, o qual 11,8% avaliaram em 1 enquanto 58,2% dos entrevistados consideraram empregabilidade entre 6 e 10.

A área que apresentou notas mais altas para a faixa de 6 a 10 foi Projeto e Desenvolvimento, com 78,2% dos participantes atribuindo essas notas como estimativa de Oportunidades de Mercado x Capacitação. Após, vem a Indústria (70%) e Análise de Dados (67,3%). Todos esses condizem com a respectiva afinidade atribuída, tendo maior nota em empregabilidade do que afinidade, mostrando uma visão positiva dos estudantes em relação ao mercado. Já Gestão (66,4%), Empreendedorismo (60,9%) e Programação (58,2%), apesar de terem recebido boas notas, tiveram uma avaliação de empregabilidade menor do que suas respectivas notas em afinidade. Atribuído a isso, pode-se associar que os estudantes se sentem mais defasados em ensino dessas faculdades de conhecimento na graduação (como pode ser visto em alguns comentários na seção 2.4 do Apêndice E) do que em comparação com as citadas anteriormente.

Além disso, a área Acadêmica se mostrou a área com visão mais negativa por parte dos alunos, tendo recebido 25 votos de empregabilidade 1 e concentrado 52,7 dos respondentes entre as notas 1 e 5. Finanças também concentrou mais votos entre 1 e 5 (51,8%), mas é uma visão mais otimista do que a própria afinidade deles com a área. E, por fim, vale ressaltar que os estudantes, apesar de, em sua maioria, eles não terem afinidade com a área Comercial, consideram ela com alta empregabilidade (59,1% entre 6 e 10) sendo a nota 7 a mais recorrente.

Foi perguntado aos alunos a opinião sobre algumas atividades relacionadas ao ambiente digital e foi pedido para assinalarem aquelas que eles consideram importantes para o seu futuro profissional. A resposta assinalada com mais recorrência foi “Formação contínua e atualização profissional”, com 76,4% dos estudantes atribuindo voto a ele. Após, vem “Colaboração e trabalho em equipe virtual”, com 64,5% e “Big Data e Análise de Dados”, com 60% de votos.

Esse top 3 mostra a conscientização dos estudantes para o aprendizado contínuo que o mercado cada vez mais vai demandar, também da adaptabilidade para diferentes conceitos de trabalho (seja presencial, híbrido ou remoto), além da capacidade de coletar, processar e interpretar o volume de informações recebidas nesta Era Digital.

Também teve relevância “Ensino baseado em projetos e aprendizado experiencial”, com 59,1%, “Internet das Coisas (IoT) e automação”, com 54,5% e “Simulação e modelagem computacional”, com 51,3% de votos. Esses itens seguem uma lógica muito semelhante de aplicabilidade e metodologia aprendida na prática, apenas acrescentando a grande ligação deles com a “transformação digital”, tema desta tese de doutorado. Aplicabilidade e estudo de casos reais foram respostas obtidas na última parte do formulário, onde os estudantes manifestaram os seus desejos e visões para a construção de um curso melhor.

Também se fez uma pergunta discursiva referente à transformação digital e se o estudante sente falta de aprender sobre e gostaria que a universidade oferecesse disciplinas obrigatórias ou optativas de seu curso. Nesse ponto, houve opiniões divergentes. Das 109 respostas obtidas, nove discordaram, comentando apenas não ou justificando que a estrutura curricular já supre ou já é muito extensa e nove não souberam opinar. As demais 91 respostas trouxeram vários pontos a favor da oferta de mais disciplinas voltadas para a Tecnologia Digital. Dessas, inúmeros foram os temas abordados, sendo alguns deles: IoT, Inteligência Artificial, Análise de Dados, Realidade Virtual e Aumentada, metodologias ágeis de gerenciamento, Scrum, Simulação e modelagem computacional (principalmente trazidas com aplicações práticas), otimização numérica computacional, MatLab, Python, Pacote Office, Indústria 4.0 Digital Twin, Power BI, ferramentas de tecnologia utilizadas na gestão de processos de empresas, Mercado Financeiro, *Machine Learning*, *Softwares* CAD/CAM/CAE comerciais.

Vale ressaltar uma resposta, que se diferenciou das demais, na qual o respondente fala: “Transformação Digital envolve pessoas, não somos avaliados nem cobrados pelo trabalho com pessoas”.

Diferentemente das *hard skills* mencionadas por quase todos, este comenta sobre a necessidade que os engenheiros do presente e futuro precisam ter em desenvolver as suas *soft skills* para que sejam capazes de se adaptar ao mercado. É uma área que ainda é pouco tratada pelas disciplinas, principalmente as obrigatórias, na Engenharia da UFSC.

Ao que a pesquisa indica, os alunos demonstram maior positivismo e afinidade nas áreas de Projeto e Desenvolvimento, Indústria, além de Análise de Dados. As duas primeiras, se se comparar os comentários obtidos, são muito bem passadas em teoria nos cursos, mas precisam

ser acrescidas de mais momentos de prática e interdisciplinaridade, como alegam os alunos. Já a última pode ser avaliada como uma vontade pessoal maior de aprender, por parte dos estudantes, já que em inúmeras respostas obteve-se a vontade de serem ofertadas matérias relacionadas ao tema. Ou seja, aqueles que sabem aprenderam externamente à estrutura curricular.

Já as áreas com maior interação com o mundo digital, além daquelas que exigem habilidades de *soft skills*, como Programação, Empreendedorismo e Gestão são as que não acompanham a afinidade com empregabilidade. Afirma-se pelos respondentes que disciplinas mais “reflexivas”, num sentido de autoconhecimento e conhecimento de mercado para o engenheiro recém-formado – como Construindo Carreira em Engenharia – deveriam ser requisitos de aprendizagem dos engenheiros, principalmente aqueles que querem se tornar gestores ou donos do próprio negócio.

Por fim, é possível perceber que em todas as respostas está implícita a necessidade de aprendizagem contínua e de atualizações para que estejamos acompanhando o mercado e que, ao sair da universidade, o aluno esteja bem-preparado. Ainda, vale ressaltar que possivelmente a formulação da pergunta não deixou claro o que era empregabilidade Acadêmica, e os estudantes (talvez por não terem conhecimento das oportunidades de se trabalhar na docência ou pesquisa) atribuíram uma nota muito baixa a este quesito.

4.5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OFERTADAS

O curso de graduação em Engenharia Mecânica da UFSC ocorre praticamente em período integral (manhã e tarde), tem duração prevista de 10 semestres, carga horária obrigatória de 4320 h/a, das quais 522 h/a são previstas para estágio obrigatório e 576 h/a para disciplinas optativas. O curso requer um mínimo de 13 h/a por semestre e máximo de 29 h/a (UFSC, 2006). O currículo atual do curso é de 2006 (Anexo B), porém um novo PPC foi finalizado em 2021 e um novo currículo deverá ser implementado a partir de 2023. O semestre letivo dura entre 15 e 18 semanas.

De 2006 a 2022 apenas pequenas alterações foram realizadas no currículo, resultando na seguinte estruturação de disciplinas por semestre (excluindo a disciplina de Pré-Cálculo, que tem 72 h/a e pode ser validada antes de o aluno iniciar a graduação por meio de uma prova de proficiência; caso ele não passe, Pré-Cálculo entra na 1ª Fase, e as demais disciplinas de Cálculo, de 1 a 4, são previstas para serem realizadas entre a 2ª e 5ª Fase) (GARCIA, 2019; UFSC, 2006).

Em termos de metodologias ativas de ensino e aprendizagem usadas nas disciplinas, os seguintes dados foram levantados, com base no currículo vigente (2006.1):

- a) Das 44 disciplinas obrigatórias do curso, 9 usam majoritariamente metodologias ativas de ensino e aprendizagem (incluindo o Trabalho de Curso, conhecido como “TCC”, e excluindo o estágio obrigatório). Isso equivale a 15,8% da carga horária obrigatória do curso. Sem o TCC, esse percentual cai para 10,8%. Quando considerados o TCC, estágio obrigatório e disciplinas, contudo, o valor sobe para 27,9%. Essas disciplinas são mostradas na Tabela 5.

Por “usam majoritariamente metodologias ativas de ensino e aprendizagem”, entende-se: disciplinas cuja base de ensino do conteúdo proposto na ementa é realizado por meio de métodos de aprendizagem ativa por ao menos um dos professores que normalmente as ofertam (usualmente, o Departamento disponibiliza duas turmas de cada disciplina, cada uma ofertada por um professor diferente e em horários diferentes durante a semana); são desconsideradas as disciplinas que usam pontualmente quaisquer desses métodos. Ainda, essa classificação não avalia o sucesso de implementação das metodologias ativas.

Tabela 5 – Disciplinas obrigatórias da Engenharia Mecânica da UFSC que usam majoritariamente metodologias ativas de ensino e aprendizagem

Bloco de estratégia de ensino majoritariamente usada por disciplina	Disciplina (Código)	h/a	%	Fase
Experimentos em laboratório, realizados após breve exposição do conteúdo e baseados em um roteiro entregue pelo(a) professor(a) responsável	Física Experimental I (FSC5122)	54	1,3%	2 ^a
	Laboratório em Ciência Térmicas (EMC5410)	36	0,8%	5 ^a
	<i>TOTAL</i>	<i>90</i>	<i>2,1%</i>	
Aprendizagem baseada em problemas	Estática (EMC5132)	72	1,7%	2 ^a
Aprendizagem baseada em problemas + Engenharia reversa	Laboratório em Manufatura e Metrologia (EMC5210)	72	1,7%	6 ^a
Sala de aula invertida	Elementos de Máquinas (EMC5335)	90	2,1%	6 ^a
	Controle de Sistemas Dinâmicos (EMC5336)	72	1,7%	6 ^a
	<i>TOTAL</i>	<i>162</i>	<i>3,8%</i>	
Aprendizagem baseada em projeto	Projeto Integrado em Engenharia Mecânica (EMC5005)	72	1,7%	6 ^a
Trabalho de curso	Planejamento do Trabalho de Curso (EMC5021)	36	0,8%	8 ^a
	Trabalho de Curso (EMC5022)	180	4,2%	9 ^a
	<i>TOTAL</i>	<i>216</i>	<i>5,0%</i>	

Bloco de estratégia de ensino majoritariamente usada por disciplina	Disciplina (Código)	h/a	%	Fase
Estágio	Estágio Profissional em Engenharia Mecânica (EMC5522)	522	12,1%	10 ^a

Fonte: Adaptada de UFSC (2006)

As disciplinas que envolvem um grupo de professores como “Projeto Integrado em Engenharia Mecânica”, “Planejamento do Trabalho de Curso”, “Trabalho de Curso” e “Estágio Profissional em Engenharia Mecânica” são consideradas “disciplinas integradoras”. Uma outra disciplina considerada como integradora é a de “Metodologia de Projeto em Engenharia Mecânica”, uma disciplina de 72 h/a atualmente oferecida na 4^a fase. Entretanto, ela não foi considerada entre as disciplinas que usam majoritariamente metodologias ativas, uma vez que é principalmente baseada em aulas teóricas expositivas, apesar de contar com a realização de dois trabalhos ao longo do semestre (1 seminário e 1 projeto final).

Ainda, uma vez que este trabalho faz parte da pesquisa deste autor, duas disciplinas lecionadas por ele serão analisadas: Projeto de Sistemas de Qualidade e Construindo Carreira em Engenharia. Essas duas são optativas no currículo atual e tem despertado grande procura por matrícula em razão de abordar temas relevantes e uma pedagogia atualizada compatível com o desejo dos alunos (Apêndices F e G)

Como mencionado, entre os muitos benefícios do uso de metodologias ativas de ensino está a diminuição da evasão. Na Engenharia Mecânica da UFSC, o índice de evasão entre 2006.1 e 2018.1 foi de 19,95% (GARCIA, 2019), causado principalmente por desistências e abandonos. De acordo com sua pesquisa, os fatores que receberam destaque entre os possíveis motivos de evasão são “atitude negativa expressa pelos professores em relação aos alunos”, “problemas na avaliação de provas e/ou exercícios”, “pouco estímulo ao envolvimento em atividades extracurriculares” e, o mais expressivo de todos, “pouca motivação e incentivo por parte dos professores”.

Especificamente em termos didático-pedagógicos, os itens que mais apresentaram problemas foram itens “ausência de aulas práticas”, “carga horária curricular do curso” e “horários das aulas do curso”. Ainda, entre os alunos regulares respondentes da pesquisa, o item “desatualização de conteúdos ministrados” foi expressivo; bem como “número de reprovações por semestre” para os evadidos respondentes (GARCIA, 2019).

Alguns dos maiores problemas identificados foram a “pouca associação entre teoria e prática”, “problemas na metodologia de ensino” e “didática deficiente dos professores” – sendo o Departamento de Engenharia Mecânica o que mais apresenta dificuldades didático-

pedagógicas, para os alunos regulares, seguido pelo Departamento de Matemática. Para os alunos evadidos, os departamentos mais críticos são o de Matemática e o de Física, respectivamente (GARCIA, 2019).

Ainda segundo Garcia (2019), 44,75% dos alunos formados nesse período demoraram mais de 10 semestres para concluir o curso - destes, 17,38% precisaram de 15 ou mais semestres para se diplomar.

Todos os dados sobre as disciplinas aqui apresentados estão disponíveis nos seus respectivos Planos de Ensino/Ementas (datados entre 2008 e 2022), normalmente disponibilizados *on-line* no *site* do Departamento (emc.ufsc.br), no Moodle (ferramenta de apoio *on-line*) da disciplina ou impressos e entregues em sala para os alunos. É importante lembrar que cada professor tem autonomia para desenvolver seu plano de ensino e aplicar os métodos e técnicas que desejar, a partir de aprovação pelo Núcleo Docente Estruturante (NDE) e Colegiado do Curso. Isso implica que em alguns casos a mesma disciplina poderá ser lecionada de maneira muito diferente.

Após uma breve introdução sobre oito disciplinas (6 obrigatórias e 2 optativas) que serão analisadas comparativamente, os Quadros 12 e 13 trazem detalhes sobre as competências, habilidades, conhecimentos, metodologia e método de avaliação usados nessas disciplinas. As atitudes esperadas dos alunos, assim como dos professores, são muitas vezes apresentadas conjuntamente com as habilidades nas ementas. Assim, essa mesma abordagem será usada no quadro comparativo.

4.6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS OFERTADAS

a) Laboratório em Ciência Térmicas (EMC-5410).

Tem como objetivo aproximar o estudante dos instrumentos de medição e equipamentos da área térmica, permitindo “contato direto com fenômenos físicos, complementando o aprendizado teórico” e “aumentar o entendimento da ligação entre esses fenômenos e os modelos teóricos usados em sala de aula”.

b) Estática (EMC-5132).

Estática é uma disciplina básica para a Engenharia Mecânica, ofertada para alunos a partir da segunda fase do curso. Segundo a ementa da disciplina, a metodologia é baseada em aulas expositivas apoiadas com materiais e mídias que são disponibilizadas aos alunos pelo Moodle. Apesar de apoiar-se num modelo de sala de aula invertida, a partir de entrevistas semiestruturadas com estudantes que cursaram a disciplina no semestre 2022.2 ou em semestres

anteriores, a motivação com o método (em termos de participação dos alunos e aplicação docente) decai ao longo do semestre, particularmente após a primeira prova. Há breve aplicação de princípios de sala de aula invertida. Como objetivos gerais e específicos, se insere o intuito de capacitar os alunos na realização de cálculos e análises de equilíbrio estático e aspectos mais específicos de corpos e estruturas bi e tridimensionais.

c) Laboratório em Manufatura e Metrologia (EMC-5210).

Laboratório em Manufatura e Metrologia (Lamame) é uma disciplina pioneira na utilização de engenharia reversa como método de ensino e aprendizagem de engenharia. Trata-se de uma disciplina de projeto, normalmente realizada em grupos de até seis alunos, historicamente cinco da Engenharia Mecânica e um da Engenharia de Produção Mecânica. Ela promove o desenvolvimento de trabalhos em laboratórios, incluindo atividades práticas nas áreas de metrologia, fundição, conformação, usinagem e processamento de polímeros. O detalhamento de cada seminário e o detalhamento geral da disciplina são disponibilizados no Moodle, que inclui uma lista extensiva de materiais e dicas. Os professores desenvolveram um artigo falando sobre essa disciplina e suas particularidades, intitulado “Contribuições para a Introdução de Inovações no Processo de Ensino e Aprendizagem em Cursos na área de Engenharia de Fabricação”, publicado no COBEF de 2015.

d) Elementos de Máquinas (EMC-5335).

Elementos de Máquinas é uma disciplina fundamental para a engenharia mecânica. Ela explora elementos como engrenagens cilíndricas, parafusos, molas helicoidais, eixos e árvores, ligações entre cubo e eixo, mancais de rolamento e escorregamento, redutores, acoplamentos, freios e embreagens e correias e correntes. Possui uma apostila desenvolvida pelos professores da disciplina que é disponibilizada aos alunos gratuitamente; seu foco está no projeto e dimensionamento dos elementos descritos. Normalmente ela é oferecida por dois professores diferentes, e um deles aplica o método de sala de aula invertida e *learning by doing*. Nesse segundo caso, os alunos formam duplas na primeira aula e são então guiados por meio de projetos. A avaliação da disciplina se divide em oito módulos, incluindo um peso para a presença e participação do estudante (média ponderada), outro para *pitchs* de 3 min que são as defesas do trabalho de acordo com o calendário. Portanto, a cada uma ou duas semanas as duplas terão uma entrega e uma breve apresentação. O professor sorteia qual membro da dupla fará o *pitch*, de maneira a tornar a experiência mais dinâmica e completa, incluindo ainda um momento para questionamento por parte da turma e do professor. A presença nos dias de *pitch* é obrigatória e a ausência implica em nota zero no dia. O objetivo desta apresentação é tratá-la como uma competição, em que os grupos tentarão convencer os demais de que sua solução é a

melhor. As notas são dadas de acordo com critérios de clareza da apresentação, adequação às normas, hipóteses levantadas, qualidade dos cálculos e validade da proposta. Por fim, o Moodle da disciplina oferece apostila, normas, *slides*, ferramentas *on-line*, vídeos, guias de projeto e outros materiais complementares que colaboram para a realização dos projetos.

e) Controle de Sistemas Dinâmicos (EMC-5336).

Novamente, essa disciplina é normalmente ofertada por mais de um professor por semestre. Uma das metodologias ativas de ensino aplicadas nesse caso é a sala de aula invertida, mas nesse contexto os alunos devem literalmente pesquisar o tema da aula e apresentá-lo para os colegas e para o professor, sem conhecimento prévio passado pelo docente. Essa disciplina trabalha temas particulares não muito trabalhados em outras disciplinas do curso, portanto trata-se de um verdadeiro desafio e “saída da zona de conforto” para os estudantes.

f) Projeto Integrado em Engenharia Mecânica (EMC-5005).

Projeto Integrado (PI) reúne cinco professores orientadores que estruturam a disciplina em turmas de ciências térmicas, análise e projeto e manufatura, metrologia e materiais. O número de equipes por turma depende dos temas definidos com os orientadores e número de matriculados. A disciplina faz uma revisão de todo o processo de projeto, indo do planejamento, execução, projeto informacional, conceitual, preliminar (modelagem e simulação) e avaliação do modelo ou protótipo. Durante a disciplina os estudantes executam os projetos preliminar e detalhado, incluindo todos os entregáveis relacionados a essas etapas de projeto. Os temas podem ser propostos pelo professor orientador, pela equipe e pela empresa júnior do curso. As avaliações se baseiam em apresentações parciais (20%, “desempenho da equipe com base nos critérios de clareza da apresentação, qualidade do material e conteúdo desenvolvido”), resultados do projeto (20%, “apresentação final, relatório e vídeo do projeto”) e avaliação individual (60%, “atribuída pelo orientador, incluindo todos os resultados do projeto e presença nas apresentações parciais e final”).

4.7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS DISCIPLINAS OPTATIVAS OFERTADAS

Duas disciplinas optativas tradicionalmente lecionadas pelo autor também são analisadas: Projeto de Sistemas de Qualidade (PSQ) e Construindo Carreira em Engenharia. A segunda foi criada no final de 2020, inspirando-se nos anos de experiências complementares desenvolvidas pelo autor. Entre lecionar e gerenciar diversos projetos e grupos, sempre houve o desejo de entregar mais e deixar um legado para o curso; assim, criou uma disciplina optativa

no curso de graduação em Engenharia Mecânica da UFSC que explora a carreira do profissional de engenharia.

a) Projeto de Sistemas (de Gestão) de Qualidade (EMC-5279).

A disciplina de PSQ existe há décadas e levou, inclusive, à criação de uma comunidade de ex-alunos da disciplina, que mais tarde inspiraria a criação da Alumni EMC (organização de ex-alunos do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC). Ela trabalha conteúdos gerais e introdutórios sobre qualidade, suas diversas ferramentas, técnicas, metodologias, princípios e normas. O professor oferta o plano de ensino, mais básico e voltado para cada semestre especificamente (em termos de datas, particularmente). Há também um manual da disciplina, mais completo, que detalha todos os processos e lista todos os temas a serem trabalhados na disciplina, bem como métodos de ensino e aprendizagem. Esse manual descreve tudo que é esperado dos alunos durante a disciplina, em termos de comportamento, entregas, avaliações e esclarece demais expectativas entre professor e aluno. Fornece o contato do professor e monitor(a) e os horários para entrar em contato com ambos. Seu Moodle é atualizado e expandido semestralmente e contém uma biblioteca com todos os trabalhos realizados em turmas anteriores, incluindo outros materiais que o professor e monitores julgam interessantes para o desenvolvimento dos estudantes.

b) Construindo Carreira em Engenharia.

Essa disciplina nasceu durante a pandemia, com caráter experimental. Iniciou-se como uma disciplina de “Tópicos Especiais em Projeto VI” em 2020.2 e obteve um nome oficial em 2022.2: “Construindo Carreira em Engenharia”, de código EMC-6200. Ela conta com 72 h/a por semestre.

Desde sua criação, 160 alunos já cursaram a disciplina completa. Como é experimental e optativa, ela conta com maior liberdade para mudanças em sua ementa que disciplinas obrigatórias estabelecidas. A cada semestre ela passou por algumas alterações, mantendo, contudo, sua essência: auxiliar o estudante no final do curso a construir seu projeto de carreira, entender suas habilidades técnicas e sociais e interesses profissionais e pessoais.

Nesta última edição, 2022.2, por exemplo, foi dado ênfase no tema Transformação Digital mediante aulas/palestras proferidas por professor especialista no assunto. Ainda como novidade, obteve-se a matrícula de uma engenheira já atuante no mercado. Sinteticamente, a disciplina é formulada da seguinte maneira: nas quatro aulas semanais divididas em dois dias diferentes da semana, convidados externos apresentam ora sua carreira e trajetória pessoais, ora

conteúdos fundamentais à entrada do engenheiro recém-formado no mercado de trabalho. Isso inclui compreensão sobre *hard e soft skills* e suas forças e fraquezas pessoais nesse aspecto, além de ferramentas de desenvolvimento do seu plano de carreira.

Mais especificamente, seu objetivo geral é de auxiliar os alunos de Engenharia Mecânica e de outras Engenharias na identificação de suas habilidades e competências, auxiliando na elaboração de seu plano de carreira dentro e fora da UFSC. Transformação Digital foi dado ênfase como conteúdo e discussão com professor especialista. No último semestre, essa disciplina foi o foco de um Trabalho de Conclusão de Curso realizado por uma das pesquisadoras auxiliares deste projeto de tese.

A seguir, serão apresentados os Quadros 12 e 13. O Quadro 12 apresenta os detalhes sobre as competências, habilidades, conhecimentos, metodologia, e o Quadro 13 apresenta o método de avaliação usado nessas disciplinas. Embora detalhados, eles possibilitam uma comparação clara e direta das disciplinas mencionadas nas seções 4.6 e 4.7.

Quadro 12 – Detalhes sobre as competências, as habilidades e os conhecimentos esperados nessas disciplinas

Disciplina	Competências	Habilidades/Atitudes	Conhecimentos
Laboratório em Ciência Térmicas (EMC5410)	Desenvolver trabalhos e experimentos em laboratório com ênfase em sistemas térmicos.	Ser capaz de realizar experimentos relacionados às ciências térmicas; medição de grandezas físicas como temperatura, pressão, fluxo de calor, velocidade e vazão; execução de balanços de energia, avaliação de rendimentos, contato com equipamentos diversos.	Aspecto laboratorial e experimental de conceitos de termodinâmica e mecânica dos fluidos.
Estática (EMC5132)	Desenvolver o raciocínio lógico para os cálculos necessários relativos à disciplina.	a) calcular centroides de áreas e volumes simples e compostos, b) calcular momentos de inércia de chapas planas simples e sólidos simples e compostos; c) análise de equilíbrio estático de cabos.	Conhecimentos básicos da Estática no contexto da mecânica clássica.
Laboratório em Manufatura e Metrologia (EMC5210)	Aplicar técnicas de engenharia reversa em peças, produtos e sistemas pré-existentis.	a) Desenvolver a capacidade de aplicar conceitos teóricos em atividades práticas; b) desenvolver a capacidade de planejar e executar experimentos e analisar resultados experimentais; c) desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo e de maneira multidisciplinar; d) desenvolver a capacidade de relatar de forma escrita experimentos realizados e defendê-los oralmente; e) estimular a criatividade na busca de soluções para problemas de engenharia.	
Elementos de Máquinas (EMC5335)	a) Reconhecer e interpretar processo de falha que possam ocorrer na vida de componentes mecânicos; b) criar senso crítico da análise dos resultados encontrados durante o dimensionamento; c) desenvolver uma visão macro e micro do projeto de componentes mecânicos.	a) Trabalho em equipe, b) gestão do tempo, c) apresentações orais e oratória.	Fixar conceitos básicos de mecânica dos sólidos já trabalhados no curso.
Controle de Sistemas Dinâmicos (EMC5336)	Não está claro no plano de ensino/ementa.	Resolver problemas de teoria do controle de sistemas realimentados.	Conceitos e técnicas de análise e desenvolvimento de controladores de sistemas em malha aberta e especialmente em malha fechada.
Projeto	a) Gerenciamento do grupo, b)	Desenvolvimento do projeto (pesquisa de concorrentes, patentes,	Específicos ao projeto.

Disciplina	Competências	Habilidades/Atitudes	Conhecimentos
Integrado em Engenharia Mecânica (EMC5005)	gestão de tempo, c) trabalho em equipe.	elaboração de especificações do projeto e produto, desenvolvimento de concepções, modelagem, simulação, análise, otimização, dimensionamento, construção de protótipos, testes etc.)	
Projeto de Sistemas (de Gestão) de Qualidade (EMC5279)	a) Trabalho em equipe, b) liderança.	a) escuta, b) responsabilidade, c) discussão, d) apresentação e e) aplicação dos métodos cumbuca e CCQ.	Ferramentas, métodos, normas, sistemas e princípios de qualidade, Sistema de Gestão da Qualidade de cinco empresas visitadas.
Construindo Carreira em Engenharia	a) Trabalho em equipe multidisciplinar, b) hard e soft skills variadas. c) Transformação digital: conceitos e impactos na carreira	escuta, busca individual de informações, responsabilidade, discussão em grupo, discussão com o palestrante e professor, apresentação, aplicação do planejamento estratégico com construção da SWOT e 5W2H	Planejamento estratégico; detalhes sobre o processo de recrutamento de empresas; detalhes sobre carreiras que engenheiros podem seguir, e tópicos diversos a depender do(s) palestrante(s).

Fonte: Dados primários (2022)

Quadro 13 – Detalhes sobre a metodologia e o método de avaliação usados nessas disciplinas

Disciplinas	Metodologias	Avaliação
Laboratório em Ciência Térmicas (EMC5410)	Laboratório de Ciências Térmicas (LCT) é uma disciplina tipicamente de laboratório. Ela ocorre num laboratório homônimo e é baseada em observação, experimentação e relatórios da prática. A disciplina é majoritariamente realizada em dupla. O plano de ensino deixa clara a possibilidade de haver visitas técnicas a empresas de diversas áreas da manufatura. Cada um dos experimentos dura por volta de 5 horas, das quais 1 hora é voltada para a execução do experimento, 1 hora para apresentação da teoria relativa ao experimento e 3 horas para realização do relatório.	A avaliação consiste no conjunto de relatórios referente a cada um dos experimentos realizados e a uma avaliação escrita realizada no final do semestre.

Disciplinas	Metodologias	Avaliação
Estática (EMC5132)	Segundo o plano de ensino da disciplina, a metodologia é baseada em aulas expositivas apoiadas com materiais e mídias que são disponibilizadas aos alunos pelo Moodle.	Em termos de avaliação, a nota final (NF) se dá da seguinte forma (Equações 8 a 11): duas provas (N1 e N2) e dois conjuntos de exercícios disponibilizados no Moodle, a serem entregues até antes de cada prova (EM1 e EM2, respectivamente). Por fim, há um Trabalho de aplicação Prática (N3, TP), cujo tema, data e critérios serão estabelecidos pelo professor de cada turma. A prova é realizada presencialmente. Cada um desses elementos vale 10 pontos. $NF = 0,35 \cdot N1 + 0,45N2 + 0,2N3$ Onde $N1 = 0,2 \cdot EM1 + 0,8P1$, $N2 = 0,2 \cdot EM2 + 0,8 \cdot P2$, $N3 = TP$ (11)
Laboratório em Manufatura e Metrologia (EMC5210)	Laboratório em Manufatura e Metrologia (LAMAME) é uma disciplina pioneira na utilização de engenharia reversa como método de ensino e aprendizagem de engenharia. Trata-se de uma disciplina de projeto, normalmente realizada em grupos de até seis alunos, historicamente cinco da Engenharia Mecânica e um da Engenharia de Produção Mecânica. Baseada em conhecimentos adquiridos em outras disciplinas que serão aplicados nessa oportunidade. A disciplina prevê a execução de experimentos e avaliação de resultados em diferentes áreas de estudo da engenharia mecânica. O projeto de engenharia reversa escolhido pela equipe passa por aval dos professores, para garantir que é viável e complexo o suficiente, bem como validar se as peças escolhidas apresentam ao menos 3 processos de fabricação e dois materiais distintos.	A avaliação consiste em cinco seminários e um relatório final (Equação 12), com a compilação das atividades desenvolvidas. A avaliação é formativa, de maneira que ajustes podem ser realizados para corrigir problemas a cada seminário. Como trata-se de uma disciplina bastante multidisciplinar, diversos professores são responsáveis por ela a cada semestre. Eles se colocam à disposição dos alunos para auxílio, bem como existe sempre um aluno monitor cujo papel é bastante ativo durante o semestre.

Disciplinas	Metodologias	Avaliação
<p>Elementos de Máquinas (EMC5335)</p>	<p>Seu foco está no projeto e dimensionamento dos elementos descritos na apostila base da disciplina, desenvolvida pelos professores.</p> <p>Normalmente ela é oferecida por dois professores diferentes, e um deles aplica o método de sala de aula invertida e <i>learning by doing</i>. Os alunos formam duplas na primeira aula e são então guiados por meio de projetos. Cada projeto é apresentado no início de cada módulo (engrenagens, eixos e árvores, correias etc.) e são definidas a problemática e etapas de resolução.</p> <p>A resolução dos problemas e etapas se dá com autonomia dos estudantes, que se baseiam no estudo prévio (e constante) da apostila, além de outros materiais recomendados e, inclusive, um canal no YouTube onde o professor disponibiliza videoaulas. Um aspecto interessante dessas aulas é que elas são curtas e muito objetivas, e devem ser visualizadas antes dos encontros com o professor.</p> <p>O professor se mantém disponível durante o horário da aula, usando alguns horários específicos e variáveis da aula para dar dicas sobre a resolução do projeto.</p> <p>De acordo com a ementa, a aula se dá em três momentos: inicialmente, o professor explica a dinâmica da aula; depois, passa-se ao trabalho em duplas autônomo; por fim, o professor dá <i>insights</i> com relação ao projeto para toda a turma. Os projetos são levemente diferentes para grupos de alunos específicos.</p>	<p>A avaliação da disciplina se divide em oito módulos, incluindo um peso para a presença e participação do estudante (média ponderada), outro para <i>pitches</i> de 3 min que são as defesas do trabalho de acordo com o calendário. Portanto, a cada uma ou duas semanas as duplas terão uma entrega e uma breve apresentação.</p>
<p>Controle de Sistemas Dinâmicos (EMC5336)</p>	<p>Essa disciplina é normalmente oferecida por mais de um professor por semestre. Uma das metodologias ativas de ensino aplicadas nesse caso é a sala de aula invertida, mas nesse contexto os alunos devem literalmente pesquisar o tema da aula e apresentá-lo para os colegas e para o professor, sem conhecimento prévio passado pelo docente. Essa disciplina trabalha temas particulares não muito trabalhados em outras disciplinas do curso, portanto trata-se de um verdadeiro desafio e “saída da zona de conforto” para os estudantes.</p>	<p>A avaliação se dá por duas ou três avaliações escritas, bem como por exercícios complementares, listas de exercícios ou trabalhos. Os percentuais não são explicitados no plano de ensino.</p>

Disciplinas	Metodologias	Avaliação
<p>Projeto Integrado em Engenharia Mecânica (EMC5005)</p>	<p>Projeto Integrado (PI) reúne cinco professores orientadores que estruturam a disciplina em turmas de ciências térmicas, análise e projeto e manufatura, metrologia e materiais. O número de equipes por turma depende dos temas definidos com os orientadores e número de matriculados.</p> <p>A disciplina faz uma revisão de todo o processo de projeto, indo do planejamento, execução, projeto informacional, conceitual, preliminar (modelagem e simulação) e avaliação do modelo ou protótipo. Durante a disciplina os estudantes executam os projetos preliminar e detalhado, incluindo todos os entregáveis relacionados a essas etapas de projeto. Os temas podem ser propostos pelo professor orientador, pela equipe e pela empresa júnior do curso.</p>	<p>As avaliações se baseiam em apresentações parciais (20%, “desempenho da equipe com base nos critérios de clareza da apresentação, qualidade do material e conteúdo desenvolvido”), resultados do projeto (20%, “apresentação final, relatório e vídeo do projeto”) e avaliação individual (60%, “atribuída pelo orientador, incluindo todos os resultados do projeto e presença nas apresentações parciais e final”).</p>
<p>Projeto de Sistemas (de Gestão) de Qualidade (EMC5279)</p>	<p>Aulas expositivas e participativas com teste (curto) no início de cada uma, sobre o conteúdo da aula anterior. Em seguida, outro trecho da aula é voltado para aulas práticas de trabalho em grupo que adotam as metodologias cumbuca e Círculo de Controle de Qualidade (CCQ). A disciplina inclui diversas visitas técnicas agendadas ao longo do semestre.</p>	<p>A avaliação da disciplina se dá através da soma de quatro notas de pesos equivalentes, 25% cada:</p> <p>a) média aritmética dos testes aplicados no início de cada aula (11 testes, considerados normalmente na nota como N-2, ou seja, as nove melhores notas são consideradas);</p> <p>b) média aritmética das notas referentes ao CCQ (incluindo nota de participação dada pelo líder e de presença dada pelo secretário);</p> <p>c) média das notas referentes às atividades da cumbuca relativas às habilidades de responsabilidade, discussão e apresentação, com base em critérios de qualidade da apresentação, conteúdo, oratória e clareza;</p> <p>d) média aritmética de dois relatórios de visita técnica a empresas.</p>

Disciplinas	Metodologias	Avaliação
Construindo Carreira em Engenharia	Nas quatro aulas semanais divididas em dois diferentes da semana, convidados externos apresentam ora sua carreira e trajetória pessoal, ora conteúdos fundamentais à entrada do engenheiro recém-formado no mercado de trabalho. Isso inclui compreensão sobre hard e soft skills e suas forças e fraquezas pessoais nesse aspecto, além de ferramentas de desenvolvimento do seu plano de carreira. Ênfase no tema Transformação Digital mediante aulas/palestras de especialista.	A avaliação se dá pela média aritmética de mini relatórios sobre as apresentações dos convidados e do professor, demandados normalmente a cada aula, além de um seminário e do projeto final (apresentação e produção escrita, seja relatório ou outro formato definido conjuntamente ao professor).

Fonte: Dados primários (2022)

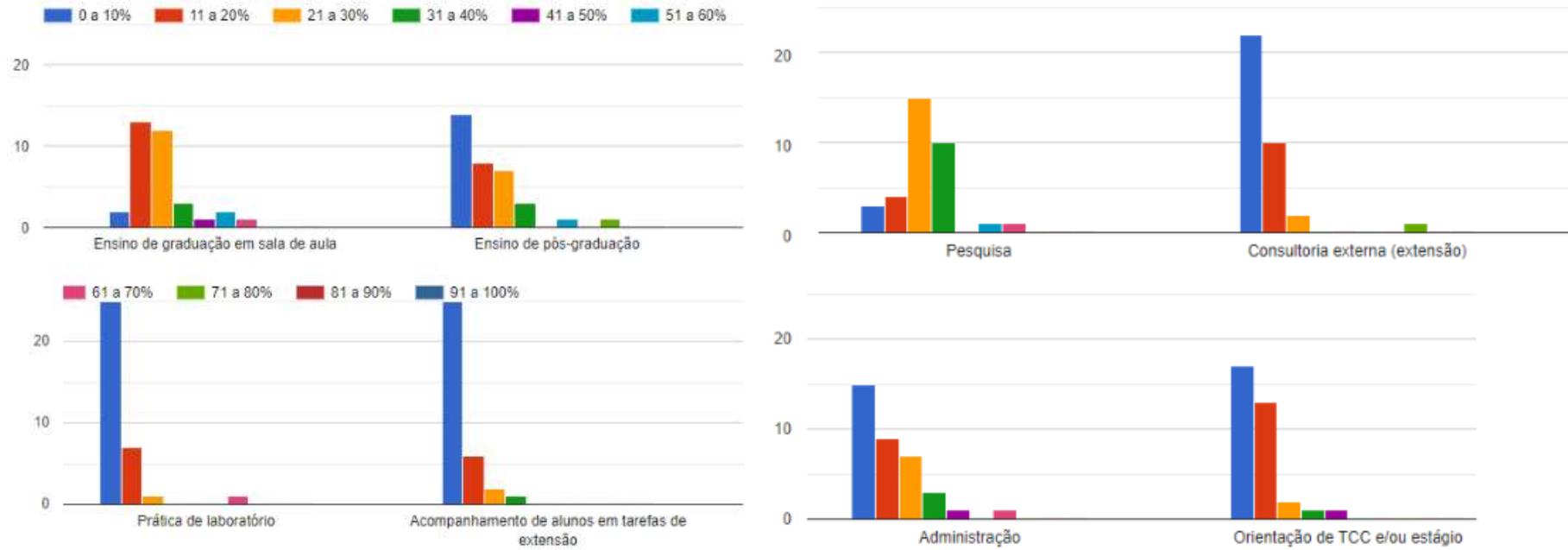
Se preciso, no fim de cada disciplina, o aluno pode realizar uma prova de recuperação. O método de atribuição da nota final, com relação às demais atividades do semestre, fica a critério de cada professor.

4.8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS COM OS PROFESSORES

A primeira parte do formulário dos professores, consiste na coleta de dados a respeito da área de especialização, quais matérias leciona, há quanto tempo estes são professores do departamento e como é a sua divisão de tempo dentro do departamento. Neste, foram obtidas 34 respostas. A maior porcentagem de professores é das áreas de Fabricação (26,5%) e Engenharia e ciências térmicas (23,5%), com Projeto e sistemas mecânicos vindo em seguida com 20,6% das respostas. Dos 34 professores, 52,9% são professores do Departamento de Engenharia Mecânica há mais de 20 anos. Entre os participantes, as matérias de Engenharia Mecânica mais lecionadas são: Mecânica dos Fluidos II, com 11,8%, e Transmissão de Calor, Elementos de Máquinas, Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos e Trabalho de Curso com 8,8% cada. Já a respeito das matérias de Engenharia de Materiais, Fenômenos de Transportes obteve 6,7% das respostas. Vale notar que 50% dos professores lecionam apenas para a Engenharia Mecânica.

A respeito da divisão de tempo, as atividades com menor tempo disposto pelos professores são prática de laboratório, acompanhamento de alunos em tarefas de extensão, consultoria externa, orientação de TCC e/ou estágio ou atividades administrativas. Destaca-se que 25 professores classificaram entre 11% e 30% o tempo investido no ensino de graduação em sala de aula e 15 professores dispõem da mesma porcentagem de tempo investido no ensino de pós-graduação. O tempo disposto para atividades de pesquisa foi entre 21 e 40% para 25 professores, enquanto as atividades administrativas tomaram de 11% a 30% do tempo de 16 profissionais.

Figura 29 – Percentual de tempo dos docentes atualmente disponibilizado para as principais funções no departamento



Fonte: Dados primários (2023)

A seção seguinte buscou informações a respeito da capacitação dos professores em conhecimento e práticas pedagógicas. 61% dos professores afirmaram investir com frequência, em capacitações regulares autodidáticas por meio de leituras, vídeos, conferências e outros e 85% dos professores afirmam valorizar e utilizar o *feedback* dos alunos com frequência. Os participantes relatam que como um dos métodos de aquisição de conhecimentos, é a troca de informações com colegas da área à qual estão inseridos. Quando questionados sobre formação pedagógica, os professores relatam terem realizado alguns cursos por meio do PROFOR, o Programa de Formação Continuada, que é oferecido pela UFSC. Entre os cursos do PROFOR, estão Educação Empreendedora, Uso do Moodle, Métodos de Avaliação e Produção de material para aulas não presenciais. Alguns professores afirmam não terem buscado nenhum tipo de capacitação além do que é obrigatório para professores da UFSC, que lhes é fornecido no primeiro ano como docente.

Outra informação coletada pelo formulário, foi a respeito de tecnologias para uso em sala de aula. 64% dos professores gostariam de usar Inteligência Artificial em suas aulas, e 14% já fazem uso da tecnologia. Sobre Realidade Virtual, o contexto é similar – 64% dos professores gostariam de utilizar a tecnologia, enquanto apenas 5% afirmam já fazerem uso desta. Quando se trata de tecnologia em sala de aula, nota-se que as aplicações destas serão dependentes da disciplina que está sendo lecionada, como é o exemplo de *Analytics* e *Big Data*, que mostrou uma divisão entre os participantes, já que 50% afirmam que gostariam de utilizar, porém os outros 50% afirmam que a tecnologia não se aplica. Os participantes relatam o uso de recursos visuais, programação e simuladores em sala de aula, e houve também relatos de professores que afirmam que, por mais interessante que seja o uso destas tecnologias, este receia não haver tempo na carga horária da disciplina para incluir estas novas ferramentas.

A seguir, como forma de coletar dados mais voltados para as disciplinas lecionadas pelos docentes, foi pedido que escolhessem duas destas para avaliar quais metodologias de ensino e aprendizagem são aplicadas. Percebeu-se, porém, uma tendência muito similar entre todos os participantes. As atividades individuais são as mais optadas pelos docentes, somando 61%, enquanto os trabalhos em equipe e estudos de caso são utilizados por 52% dos participantes. O uso de sala de aula invertida é aplicado por apenas 20% dos professores e um destes relata que esta metodologia tem surtido efeito nas disciplinas de graduação e pós-graduação em que leciona, enquanto outro professor afirma que já utilizou diversas metodologias, porém sem efeito real.

Outro ponto que foi mencionado no formulário é sobre o uso de CDIO (Concepção, Design, Implementação e Operação) e como é distribuído o tempo dos alunos nas disciplinas,

para cada um dos pontos do CDIO. Segundo as respostas dos professores, o tempo dos alunos é distribuído da seguinte forma: 14% dos alunos dedicam maior parte do tempo na etapa de concepção, 8% na etapa de design, 8% têm dedicação na etapa de implementação e somente 5% na etapa de operação. Ao analisar esses dados, pode-se notar que a maior parte do tempo dos alunos é despendido na etapa de concepção, e ainda mais gravemente, nota-se que a porcentagem de tempo investido nesta metodologia é pequena. Segundo os docentes, em algumas disciplinas esta metodologia não pode ser aplicada, e nas disciplinas em que o CDIO é aplicável, a estrutura e a falta de recursos humanos da instituição impedem que esta metodologia seja de fato aplicada.

Um fator muito importante do mercado de trabalho hoje são as chamadas *soft skills*, e os docentes são os primeiros fomentadores para certas *soft skills* que o profissional de hoje deve possuir. Com isso em mente, foi pedido que os participantes marcassem qual o nível de contribuição que possuem para as habilidades listadas: Comunicação, Pensamento Crítico, Criatividade, Ética, Consciência Ambiental, Colaboração, Inteligência Emocional e Disposição/Interesse em *life-long learning*.

As respostas, em sua maioria, têm uma tendência bem similar: os docentes contribuem para cada habilidade, com um destaque para Pensamento Crítico, que foi marcada como alto nível de contribuição por 82% dos docentes, enquanto Consciência Ambiental dividiu as opiniões, com 50% afirmando ter alto nível de contribuição e 50% afirmando ter baixo nível de contribuição nesta habilidade. Similarmente, Inteligência Emocional foi marcada como baixa por 53% dos docentes, e como alta por 47%. Vale notar que os participantes relatam que o pensamento crítico é subdesenvolvido nos alunos, pois estes exibem dificuldades de análise de questões que não são cálculos e exigem uma visão crítica.

Os docentes foram questionados em que nível podem contribuir para os alunos nos tópicos de Responsabilidade Ambiental, Contribuição Social e Gestão da Inovação. Na questão de Responsabilidade Ambiental, 64% dos docentes afirmam ter altos níveis de contribuição, e os temas restantes dividem os professores. 50% afirmam ter altos níveis de contribuição em Gestão da Inovação e Contribuições Sociais. Os docentes relatam que suas disciplinas não têm grande pertencimento a estas áreas e não abrangem tópicos do tipo, portanto, não podem quantificar com precisão sua influência sobre os alunos.

As duas últimas perguntas do formulário buscam analisar, da visão do docente, o perfil do egresso do Departamento de Engenharia Mecânica. Primeiramente, na questão de carreira, buscou-se avaliar o nível de preparo dos egressos: 88% dos docentes afirmam que os egressos do EMC estão preparados para carreiras na área de pesquisa e desenvolvimento de empresas e

75% dizem que os alunos estão preparados para serem professores ou pesquisadores em organizações universitárias e similares, 58% dos docentes acreditam que os egressos não estão aptos a seguirem carreira como empreendedores e para a área de administração de empresas em geral, as opiniões ficam divididas, com 50% afirmando que os egressos não estão preparados para uma carreira nesta área.

Os professores relatam que a maioria dos alunos está mais bem preparado na área de conhecimentos técnicos do que na área de gestão, mas que não é simples generalizar pois a experiência e preparo do aluno anterior ao ingresso na faculdade é diferente. Como forma de ampliar as capacitações dos alunos do departamento, os docentes foram questionados sobre alternativas de cursos ou outras atividades relacionadas. Destaca-se que 73% dos professores consideram de alta importância oferecer cursos de curta duração, seja em formas de atividades de extensão ou como disciplinas optativas, assim como oferecer esses mesmos cursos para profissionais do mercado, juntamente com alunos. Ressalta-se que 64% dos professores consideram de baixa importância utilizar de profissionais terceiros como professores, e 58% afirmam que estes cursos devem ser considerados como especializações.

A maior parte dos docentes concorda que os temas a serem trabalhados devem ser temas reais demandados pelos profissionais do mercado. Os participantes relatam que atividades de extensão, como participação em equipes de competição, estágios, grupos de pesquisa e similares colaboram para a capacitação do aluno, e que estes cursos de curta duração são, de certa forma, disponibilizados por meio do programa de pós-graduação, e estes possibilitam maior interação de pessoas da indústria, o que se mostrou benéfico para a formação dos alunos.

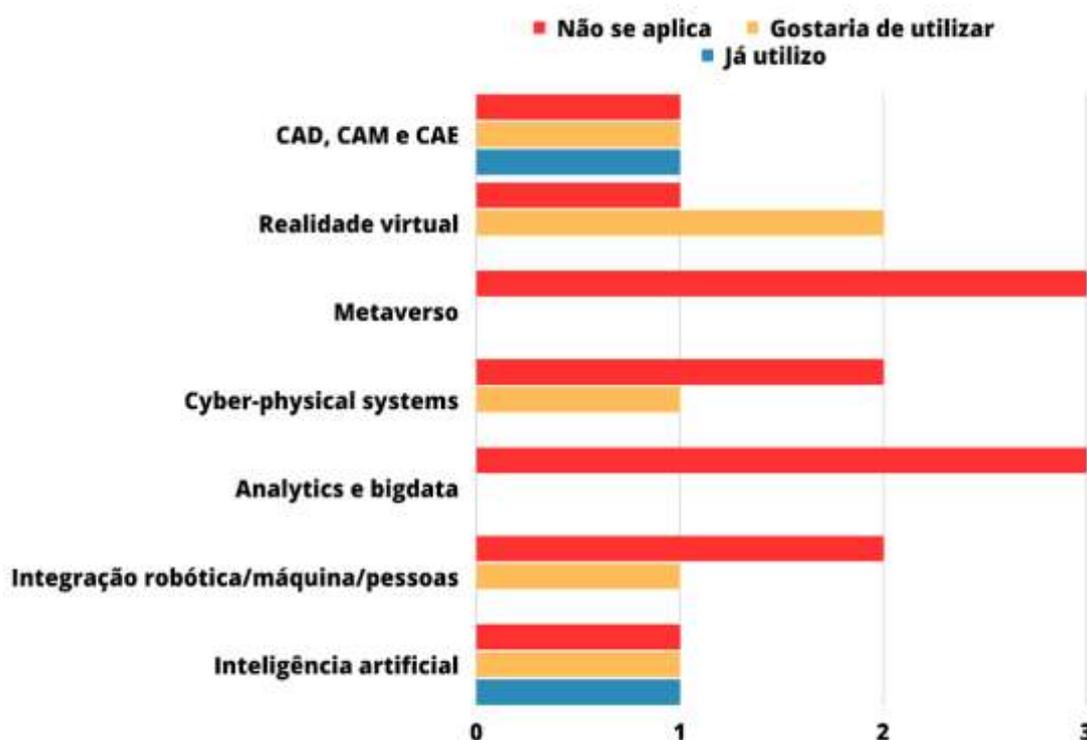
Além das respostas e comentários citados acima, vale notar que os participantes citam a importância desse tipo de reflexão. A reformulação do ciclo básico, que atualmente se apresenta superficial e com muitas informações, de forma que cativa o aluno e não cause tantas desistências e evasões. As diversas reformas curriculares, que consistem na reformulação e inserção de disciplinas, não se mostraram eficientes. É preciso que os cursos possuam flexibilidade, de forma a satisfazer a demanda da sociedade e do mercado de trabalho, para que os egressos estejam capacitados a atuar como profissionais de engenharia. Alguns professores notam também que parte da baixa aprendizagem dos alunos se dá pela falta de rotina de estudos e leitura, falta de reflexão e distrações em sala de aula, o que prejudica o desempenho dele.

É válido fazer uma comparação entre as respostas de três participantes que lecionam a mesma disciplina. Um destes afirmou apenas ter feito um curso de capacitação mediante sua entrada como professor na UFSC. Ao se tratar de tecnologias utilizadas em sala de aula (Figura 30) em certas categorias, é possível perceber que os professores possuem visões bem diferentes.

Por exemplo, na questão da Realidade Virtual, apenas um acredita que essa tecnologia não é aplicável às disciplinas, ao contrário dos outros dois, gostariam de utilizá-la. A mesma questão é aplicável na Inteligência Artificial, onde cada professor teve uma opinião diferente, enquanto um não acredita ser aplicável na disciplina, o outro já a tem utilizado.

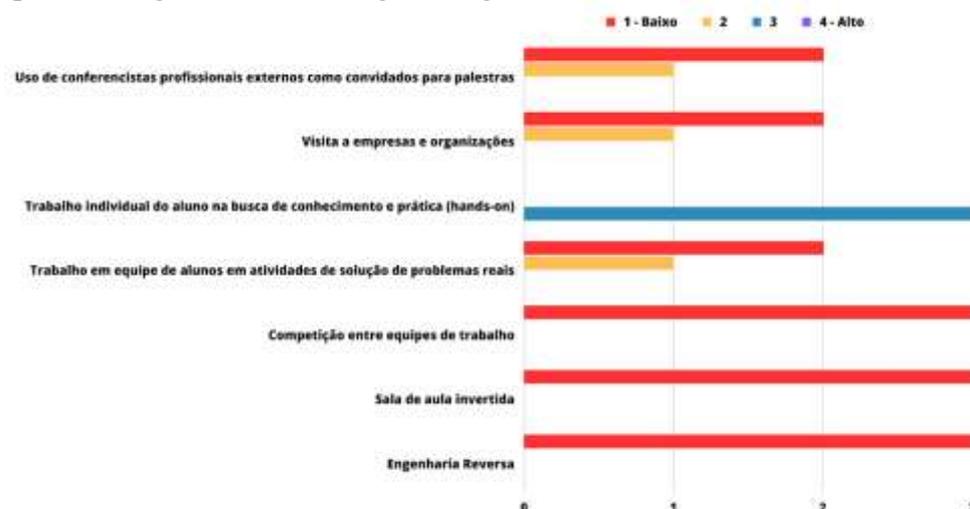
Ao analisar a questão sobre metodologia de ensino e aprendizagem, na qual se comparam as disciplinas, é possível notar como os professores possuem pensamento muito similar: o trabalho individual é mais valorizado do que outras metodologias (Figura 31). Engenharia Reversa, Sala de aula invertida e competição entre equipes de trabalho são metodologias de pouca ou nenhuma importância para esta disciplina, segundo estes professores. Inclusive, é interessante notar que trabalhos em equipe possuem também, de acordo com os participantes, menor importância, sendo que esta metodologia é muito utilizada em diversas disciplinas.

Figura 30 – Tecnologias aplicadas às disciplinas do EMC



Fonte: Dados primários (2023)

Figura 31 – Tipos de atividades aplicadas pelos docentes em sala de aula.



Fonte: Dados primários (2023)

4.9 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS COM EGRESSOS

O formulário de ex-alunos (aqui referenciados como Alumni; disponível no Apêndice C) do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC obteve 23 respostas; 73,9% dos participantes são graduados do curso de Engenharia Mecânica e 26,1% do curso de Engenharia de Materiais, ambos fazem parte do EMC. Nesse caso, 43,4% dos participantes se formaram até 2015 e 47,8% trabalham na indústria. Entre as funções exercidas, 43,5% trabalham com pesquisa e desenvolvimento de produto (P&D) e 34,8% trabalham na área de gestão e desenvolvimento de processos.

Dos 23 participantes, apenas 8,7% não realizaram nenhum tipo de curso de capacitação, enquanto 47,8% completaram mestrado e 17,4% completaram doutorado. Vale notar que uma grande parcela, 39,1% dos participantes, realizaram cursos de curta duração. A natureza das pós-graduações varia de áreas de gestão, negociação e empreendedorismo até disciplinas específicas da Engenharia Mecânica e de Materiais. Interessante destacar que alguns Alumni realizaram também cursos de programação e ferramentas como Six Sigma e Data Science.

Um dos objetivos do formulário era qualificar os pontos fortes e fracos dos cursos de Engenharia Mecânica e de Materiais. Como pontos fortes, os ex-alunos citaram a boa qualidade e estrutura dos laboratórios, as várias oportunidades de intercâmbio com bolsa e as oportunidades de estágios variados em diversas áreas. A quantidade de atividades extracurriculares, como grupos de competição e empresas júnior também foi um ponto forte citado, assim como o contato com empresas e universidades do exterior.

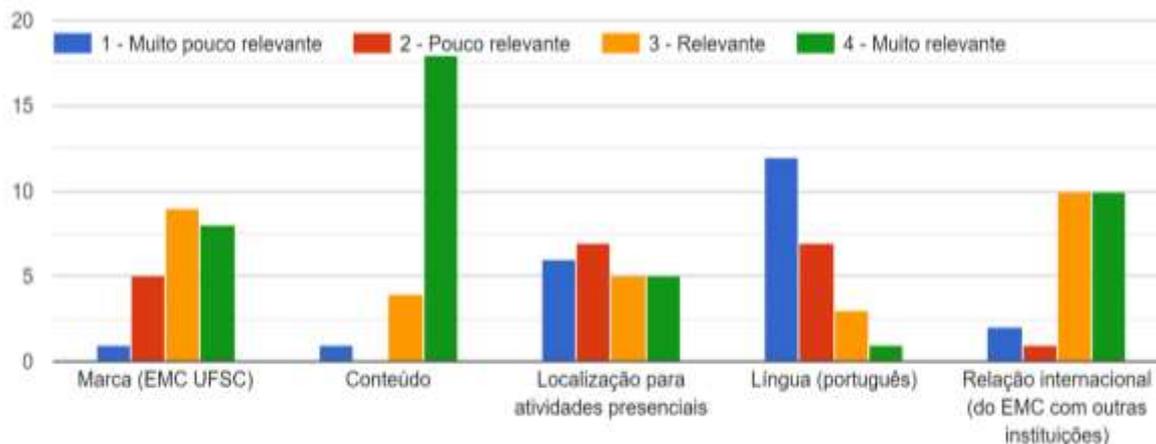
Os participantes relatam que o nível de engajamento, a capacitação, a experiência e qualificação dos professores e as disciplinas, equilibradas, desafiadoras e a boa quantidade de optativas também foram pontos fortes trazidos por alguns alunos. Outros, porém trouxeram o outro lado da moeda: o fato de os docentes terem uma postura passiva e não incentivarem o lado social da engenharia, além de estarem desatualizados e não terem experiência na indústria, assim como o fato de que o currículo está desatualizado, com pouco foco em conhecimentos práticos, a falta de disciplinas sociais e de aulas de programação, a ausência de aulas de gestão e empreendedorismo, além da necessidade de uma matéria de planejamento de carreira.

O ensino de qualidade e o reconhecimento da instituição foram colocados como pontos fortes, e apesar da estrutura da universidade ter sido muito elogiada, também foi pontuado a ausência de locais para estágio na área industrial, o excesso de rigor e de carga horária do curso.

Os participantes foram questionados em relação aos minicursos sobre temas demandados pela Sociedade 5.0, especialmente em tecnologias digitais, e se teriam interesse em se candidatar e indicar outros profissionais para os minicursos. Dos 23 participantes, 69,6% responderam que este tipo de curso é relevante e teriam interesse, enquanto 26,1% afirmaram ser importante, porém não iriam participar do curso. Os participantes foram solicitados a categorizar a relevância de uma lista de razões para as quais atender aos cursos de aperfeiçoamento oferecidos pelo EMC/UFSC, e a “marca” EMC/UFSC foi marcada como relevante e muito relevante por 73,9% dos participantes, e o conteúdo do curso foi marcada como relevante por 95,6% dos participantes.

A relação internacional do EMC com outras instituições foi considerada relevante por 86,9% dos participantes. Diversos participantes relataram a importância de os cursos serem ministrados de forma *on-line* ou híbrida, devido ao fato de muitos morarem no exterior, assim como a necessidade de cursos oferecidos em inglês. Os tópicos sugeridos são abrangentes, e várias vezes foram citados temas como Inteligência artificial, IoT, rede 5G, simulação, Engenharia na Indústria 4.0 entre outras.

Figura 32 – Relevância das razões para atender aos cursos de aperfeiçoamento oferecidos pelo EMC/UFSC



Fonte: Dados primários (2023)

Entre os participantes, 87% afirmam ter interesse em participar de cursos oferecidos pelo EMC, como ouvintes. Ao serem questionados sobre instituições de escolha, além da UFSC, encontram-se a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica Harvard, Stanford e Erasmus School Rotterdam. Um dos participantes relata ter participado de um curso de educação continuada no MIT e foi surpreendido pelo formato de ensino ser diferente da aula da graduação. Os métodos de ensino, material e didática são pensados para a educação continuada, e o *alumni* acrescenta: “Recomendo buscar essa referência”.

Entre os comentários feitos pelos participantes da pesquisa, notou-se que há uma falta de estímulo de alunos de escola pública para o ingresso na Universidade, assim como pouca interação da comunidade com a entidade de ensino. “[Muitas pessoas] não se inscrevem para a UFSC porque acham que não vão passar ou é muito difícil entrar”, relata um dos participantes.

Também foram sugeridas a mudança do currículo do curso, pois se encontra ainda muito defasado, além da recomendação de minicursos para profissionais, com temas do ciclo básico de engenharia, como cálculo, programação, eletrônica, e disciplinas clássicas, como Mecânica de Fluidos, Transferência de Calor, Vibrações e outras. Cursos estes que, pela sugestão dos participantes, devem ser flexíveis, preferencialmente *on-line* ou híbrido, com um valor competitivo ao do mercado e com profissionais de renome do mercado. Também foi sugerido a melhor capacitação dos docentes, e, de forma a complementar o ensino dos graduandos, convidar profissionais para lecionarem certas disciplinas.

a) Pontos fortes:

- i. Laboratório: boa estrutura, qualidade, equipado para pesquisa e desenvolvimento.
- ii. Intercâmbio: várias oportunidades com bolsa.
- iii. Extracurriculares: grupos de competição.
- iv. Professores: especializados em certas áreas, experientes, engajados, atenciosos, bem qualificados.
- v. Estágios: ampla oferta em diversas áreas.
- vi. Reconhecimento da instituição: reconhecida no mercado de trabalho.
- vii. Dificuldade do curso: desenvolvimento do raciocínio analítico, resiliência, senso de questionamento, ensino de qualidade.
- viii. Disciplinas: práticas, desafiantes, equilibradas, boas optativas.
- ix. Contato com empresas/universidades do exterior.
- x. Outras *skills*: engajamento na área de pesquisa, desenvoltura interpessoal, habilidade de negociação, autonomia, elaboração de relatórios.

b) Pontos fracos:

- i. Habilidades de raciocínio: resolução de problemas intuitiva.
- ii. Currículo: falta de disciplinas optativas, falta de interação com demais cursos, falta de programação, ausência do ensino de empreendedorismo, falta de disciplinas sociais, disciplinas defasadas com os requisitos do mercado, disciplinas superficiais e pouco aplicáveis no mercado de trabalho, ausência de disciplinas para formação geral de um profissional (programação, finanças, design, marketing, data science), falta de exposição para outras atuações (não só acadêmica e industrial), poucas aulas práticas, muitas disciplinas específicas, pouco foco em conhecimentos práticos, necessidade de disciplina estilo "planejamento de carreira", muitas disciplinas desnecessárias, disciplinas dadas de acordo com a formação do professor e não segundo a ementa.
- iii. Estrutural: falta do que fazer nos laboratórios, ausência de bons locais para estagiar no setor industrial, distância de áreas industriais, excesso de carga horária, excesso de rigor, falta de especialistas e laboratórios em certas áreas.
- iv. Departamento: docentes com postura passiva e focada apenas no técnico e não no social, docentes com baixa qualificação e pouco conhecimento aplicado, Docentes sem formação de programação, docentes não incentivam

o lado social da engenharia, falta de *networking* com ex-alunos, docentes desatualizados e sem experiência na indústria.

4.10 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS REALIZADAS COM GRUPO DE ESPECIALISTAS DE EMPRESAS

Esse grupo foi formado por dirigentes de empresas, dirigentes de instituições voltadas para a capacitação profissional e desenvolvimento industrial e professores especialistas, a maioria absoluta com formação em Engenharia Mecânica, qualificados no Quadro 14.

Quadro 14 – Grupo de Dirigentes e Especialistas

Respondente	Titulação	Função/Cargo
E1	Engenheiro Mecânico e Adm. de Empresas	Presidente do Conselho de Administração do Grupo WEG
E2	Engenheiro Mecânico	Diretor Global de Engenharia da WEG
E3	Engenheiro Mecânico Mestre	Vice-Presidente Unidade Refrigeração Comercial da NIDEC (EMBRACO)
E4	Engenheiro Mecânico Doutor	Diretor Inovação da FIESC e Conselheiro CERTI
E5	Engenheiro Mecânico	Diretor Corporativo FIESC e ex-Presidente ALCOA
E6	Economista Doutor	Assessor Economia FIESC e Professor UFSC
E7	Engenheiro Mecânico Mestre	Gerente Executivo SENAI SC
E8	Engenheiro Mecânico Doutor	Diretor Inovação CNI e Professor ITA
E9	Engenheiro Mecânico Doutor	Professor IME - Instituto Militar de Engenharia
E10	Engenheiro Mecânico PhD	Professor EMC/UFSC e ex-Reitor
E11	Pedagoga Doutora	Professora e Diretora Dep. Aprendizagem em Ciências da Engenharia KTH/Suécia

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese

Esse grupo chamado de especialistas foi ouvido em três momentos. O primeiro, na mesa redonda do Congresso Internacional de Engenharia Mecânica. O segundo momento foi em um encontro dos associados da Alumni EMC UFSC, realizado em Joinville, em setembro de 2023, e o terceiro momento foi em entrevista específica com Diretor Global da WEG em abril de 2023⁶. Segue o resumo das principais mensagens desses 11 especialistas.

Eggon da Silva, um dos três fundadores da WEG, demonstrou um pouco do conhecimento de negócios e pessoas que o auxiliaram na construção da grande empresa, ao

⁶ As gravações dos encontros com os especialistas podem ser acessadas nestes *links*:
https://www.youtube.com/watch?v=8gBHUtQ9x2w&ab_channel=AlumniEMC;
https://www.youtube.com/watch?v=EPSg2n2TptY&t=218s&ab_channel=INOVALIVE;
https://www.youtube.com/watch?v=ExGJBMmaF1g&ab_channel=AlumniEMC.

proclamar a célebre frase: *“Quando faltam máquinas, você as pode comprar; se não tiver dinheiro, pode pegar emprestado; mas homens você não pode comprar ou pedir emprestado, e homens motivados são a base do êxito”*. O atual presidente do Conselho de Administração da WEG, além de ex-presidente da empresa, trouxe a fala de seu pai ao introduzir uma palestra dada no Alumni EMC Day, em setembro de 2022, sobre tema-chave à presente tese: O Engenheiro do Futuro.

Conforme comentado por ele, a visão dos fundadores da empresa sempre incluiu o futuro, antes mesmo de que essa fosse uma prática comum. Planejamentos estratégicos de curto e longo prazo caminharam atrelados, de forma que o sucesso da empresa foi crescendo. As fortalezas da WEG, segundo o ex-presidente, são sua ótima execução, o cumprimento de prazos, custos baixos e, é claro, a alta qualidade esperada de seus produtos. Para tal, e diretamente a partir da frase de Eggon, a empresa entende que é fundamental um conjunto de pessoas entusiasmadas, e busca ter os objetivos da organização sendo convergentes com o de seus colaboradores em muitos pontos.

O dirigente da NIDEC há mais de 25 anos (antiga Embraco), trouxe dados de presente e futuro durante a Mesa Redonda do COBEM (Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica) de 2021: em 2017, a população mundial era de aproximadamente 7 bilhões de pessoas, com 4 bilhões delas vivendo abaixo da linha da pobreza; a previsão para 2040 era de 9 bilhões de pessoas no mundo, por sua vez com 6 bilhões vivendo acima da linha da pobreza. As tendências e desafios atrelados aos cenários são, é claro, a escassez de água, alimentos e recursos naturais de modo geral, a maior demanda de produtos industrializados, de conforto e de conveniência, maior densidade populacional, população mais velha e, naturalmente, maiores níveis de poluição.

Nessa linha, a engenharia precisa evoluir suas soluções para os problemas do futuro. Os problemas, ou oportunidades, expostos por Márcio, são:

- a) Como conseguir água limpa;
- b) Descarbonização por meio do desenvolvimento de fontes de energia renovável e/ou por meio de maior eficiência energética;
- c) Aumento da durabilidade e reciclagem dos materiais;
- d) Maior produtividade e sustentabilidade na agricultura;
- e) Nova engenharia e preservação de alimentos, maior eficiência na distribuição e consequente menor desperdício;
- f) Prevenção e tratamento de doenças;
- g) Maior eficiência em logística e transporte de maneira geral;

- h) Conforto e conveniência em construções;
- i) Crescimento exponencial de Inteligência Artificial, Internet das Coisas e automações gerais.

É fácil compreender onde estão as maiores oportunidades da engenharia, que ditarão as tendências de sua evolução nos próximos anos:

- a) Bioengenharia e as ciências da vida, para prevenir e tratar doenças, e aumentar o conforto e a performance humana;
- b) Engenharia de veículos voadores, para transporte de bens e como solução de transporte urbano comum;
- c) Engenharia de geração de energias renováveis;
- d) Engenharia de geração e purificação de água;
- e) Engenharia de alimentos não animais, desde a criação dos alimentos substitutos até seu processamento e preservação;
- f) Engenharia de materiais, focada na durabilidade e sustentabilidade deles;
- g) Engenharia de análise e processamento de dados.

No Alumni EMC Day de 2022, Décio da Silva trouxe os pontos-chave entre aqueles que empresas inovadoras da indústria, como a WEG, buscam nos novos engenheiros:

- a) Forte base em química, matemática e estatística, que mesmo com as mudanças em velocidade logarítmica do mundo, se mantêm as mesmas;
- b) Profissionais autodidatas, capazes de continuamente aprender sozinhos e manter-se atualizados;
- c) Conhecimento de Análise Econômica de Projeto, para avaliar a viabilidade econômica dos projetos em que os futuros engenheiros estarão envolvidos;
- d) *Soft skills* já mais desenvolvidas, especialmente a comunicação, para escrever projetos e vender ideias; e o trabalho em equipe, uma vez que todo projeto é multidisciplinar;
- e) Conhecimento de línguas estrangeiras, minimamente o domínio do inglês, uma vez que o mundo se mostra cada vez mais conectado, e há o crescimento das empresas multinacionais;
- f) Conhecimento de técnicas de liderança e empreendedorismo: na WEG, mais da metade dos cargos de liderança de hoje são ocupados por engenheiros, uma tendência que se mostra forte em outros setores também.

Quanto ao próprio currículo dos cursos, o palestrante enfatiza que o mundo de hoje, formado por disrupções constantes e cada vez mais aceleradas, pede um currículo em constante

atualização: precisam ser criadas formas de inserir o mundo digital na graduação, bem como aumentar a exposição da aplicação da engenharia. Ainda, sugere que o modelo de estágio seja atualizado e se torne mais coordenado entre empresas e universidade, com mais momentos de conexão entre estudante e docentes, de forma a manter os conceitos básicos estudados e entender as formas de aplicação no estágio.

Para o engenheiro Schissatti, o futuro da engenharia continuará sendo relacionado à prevenção e solução de problemas complexos, com disrupções tecnológicas muito mais rápidas. Além disso, a engenharia deverá se desenvolver em ritmo muito mais rápido do que o de degradação dos recursos do planeta e, por fim, o expositor acredita que atividades ordinárias de engenharia serão substituídas por computadores e inteligência artificial, tendência em todas as áreas.

O perfil do graduando, ainda segundo o dirigente da NIDEC, será voltado para a especialização com multidisciplinaridade: os desafios complexos, combinados ao maior volume de conhecimento e de dados, exigem profissionais especialistas; porém, é necessário saber conectar áreas para resolver problemas interdependentes, portanto, a multidisciplinaridade se mostra fundamental. Ele ainda complementa sua colocação, trazendo as habilidades que acredita serem mais importantes para o futuro:

- a) Análise de dados por meio do uso de computadores e softwares poderosos e com o auxílio de IA e *Big Data*;
- b) Conhecimento extensivo de programação, de modo a aumentar a performance e produtividade das máquinas e obter resultados mais refinados, de forma mais rápida;
- c) Criatividade e inovação como competências fundamentais para acompanhar as rápidas mudanças;
- d) Capacidade de aprender de forma autodidata e contínua, junto com a integração de diferentes áreas de conhecimento;
- e) *Soft skills* como inteligência emocional, resiliência, trabalho em equipe, adaptabilidade, flexibilidade, agilidade e comunicação: maior importância em ambientes cada vez mais colaborativos e multidisciplinares;
- f) Adaptação cultural, inclusão e conhecimento de línguas estrangeiras serão habilidades básicas em ambientes multiculturais.

Em conversa no início de 2023 com o Diretor Global de Engenharia da WEG Motores Industriais e WEG Energia, o profissional trouxe algumas de suas percepções como líder na indústria. A indústria precisa estar conectada à inovação, e buscar parcerias e profissionais de

onde obtiver melhores resultados. Também destaca que é necessário modificar o foco e o modelo de ensino nas universidades, especificamente no curso de Engenharia Mecânica da UFSC: para se destacar, jovens profissionais precisam de maior conhecimento do digital (como programação, inteligência artificial ou simulações numéricas), bem como maior conhecimento prático das aplicações do conteúdo, com mais saídas da sala de aula. Isso vale para estudantes de pós-graduação: hoje, títulos de mestrado ou doutorado não garantirão o destaque. Para garantir a competitividade dos profissionais no mercado, é necessário experiência.

O Gerente Executivo de Inovação e Tecnologia do SENAI/SC, em conversa de exploração do tema em 2023, pontuou que, para atrair jovens às Engenharias, os cursos precisam de forte conotação digital, serem mais práticos e, é claro, terem professores capacitados e habilitados para tal. De forma complementar, o Economista Chefe da FIESC e Professor da UFSC, coloca que o que se vê hoje são estudantes com pressa e visão de curto prazo, que precisam de uma Universidade mais flexível: sugere cursos semestrais específicos e com atestado de competências, o que faz mais sentido para o mundo atual.

Na mesma conversa, o Diretor Corporativo do FIESC e ex-Presidente da empresa ALCOA, trouxe falas que complementam a opinião exposta pelo Diretor da WEG anteriormente: a indústria pede por profissionais diferenciados, e o engenheiro hoje não pode entender apenas da fábrica. A tecnologia e a gestão têm papel fundamental, e um engenheiro precisa ser versado em todas as partes do processo, das vendas às pessoas, e precisa desde cedo como estudante entender o valor no estudo de competências e soft skills alternativas.

O Diretor de Inovação e Competitividade da FIESC, acredita ser de fundamental importância a graduação de engenheiros mais sistêmicos, com conhecimento de diversas áreas, de modo a abraçar seu novo papel no mundo atual. Além disso, destaca que não apenas as engenharias, mas todos os cursos das Universidades Federais devem ser fortes e diferenciados, de forma a incentivar a busca pela UFSC e tantas outras. Mais do mesmo, outras podem fazer.

Para o Diretor Nacional de Tecnologia e Inovação da CNI (Confederação Nacional da Indústria) e Professor do ITA, o departamento de Engenharia Mecânica da UFSC entrega ao mercado profissionais de muito diferencial, especialmente devido à grande abrangência do curso, que permite aos estudantes trabalhar em áreas distintas, como também pela qualidade do ensino na área de energia, tema importante em diversas áreas do mercado e de grande demanda ainda hoje, uma vez que qualquer produto necessita de energia para sua fabricação. Já o ex-Reitor, em fala da Mesa Redonda do COBEM 2021, complementa: por perceber muita diferença nos comportamentos dos alunos entre o início e o final do curso, especialmente

quando comparado com outros, o professor considera que esta escolha de graduação, na UFSC, prepara mais os estudantes para a vida.

Ainda durante a Mesa Redonda do COBEM de 2021, a professora, do Instituto Real de Tecnologia, KTH, localizado em Estocolmo, na Suécia, apresentou uma visão geral da perspectiva nórdica sobre o engenheiro do futuro. Para a expositora, a educação do futuro é resultado da junção entre tecnologia, pedagogia e estudantes, e os stakeholders envolvidos no processo de mudança da educação são não apenas estudantes e docentes, mas também empregadores e a própria sociedade. Ainda, a educação em engenharia deve ter três objetivos:

- a) O conhecimento base se mantém fundamental, focado na compreensão de conceitos e de conteúdo científicos;
- b) A competência profissional na engenharia é atingida ao integrar e aplicar conhecimento, projetando e solucionando problemas reais, bem como ao possibilitar o desenvolvimento de habilidades e competências diversas, como o trabalho em equipe, comunicação, pensamento crítico ou ética;
- c) Busca-se ainda encontrar um propósito maior no ensino, visando uma sociedade mais sustentável, a inovação e o empreendedorismo.

De maneira mais prática, a professora Keller exemplifica as ações feitas na KTH, como matérias relacionadas à indústria, para desenvolvimento de professores, bem como iniciativas que ocorrem em diversas universidades europeias: transferência de créditos, jornadas flexíveis (ao invés de currículos fixos), facilitação da mobilidade de estudantes e docentes, aplicação de técnicas para formação contínua (*life-long learning*), entre outras.

Para continuar a criação de políticas e as oportunidades de melhoria da educação, o Nordic Engineering Hub faz questionamentos aos docentes e líderes institucionais sobre como eles veem a educação da engenharia no futuro. Ao falar da importância da mudança, existe grande variação de percepções: há relutância de mudar e focar em conhecimento mais profundo de conteúdo nas matérias de engenharia mais dominadas pela ciência, ao mesmo tempo em que se reconhece a necessidade de mudança como sendo vital para as disciplinas mais próximas da Produção. Ao abordar o papel das instituições de engenharia futuras, há uma clara variação de percepções: uma parte dos entrevistados entende que as universidades se adaptarão largamente para mudanças da sociedade, enquanto outros acreditam que elas assumirão papéis mais passivos na educação, focando na administração e no controle de qualidade do ensino.

Ainda, a professora traz as maiores estratégias para a KTH com respeito ao desenvolvimento da educação de Engenharia:

- a) Estrutura organizacional;

- b) Desenvolvimento de programas;
- c) Desenvolvimento do corpo docente;
- d) Envolvimento estudantil;
- e) Parcerias com sociedade e empregadores;
- f) Internalização;
- g) Desenvolvimento sustentável;
- h) Igualdade e igualdade de oportunidades;
- i) Desenvolvimento e controle de qualidade;
- j) Conexão entre pesquisa e educação.

Internacionalmente, a Iniciativa CDIO se coloca como comunidade acadêmica que visa aprender e compartilhar experiências inovadoras de educação em engenharia (REZENDE, 2021). O professor do Instituto Militar de Engenharia (IME), ao apresentar a metodologia durante a Mesa Redonda do COBEM de 2021, destacou a abordagem focada em doze normas e a possibilidade de correlação entre cada norma e as novas Diretrizes Curriculares para educação em Engenharia, o que levou o Instituto a se filiar ao CDIO em 2020:

- 1) CDIO como Contexto – Relatório de DCN;
- 2) Resultados de aprendizagem – artigos 3º, 4º e 5º;
- 3) Currículo Integrado – artigo 6º;
- 4) Introdução à Engenharia – artigo 6º, § 4;
- 5) Experiências de Implementação de Design – artigo 6º, § 2 e 3;
- 6) Espaços de Trabalho de Aprendizado de Engenharia – artigo 6º, § 1;
- 7) Experiências de Aprendizagem Integradas – artigo 6º, § 7, 8 e 9;
- 8) Aprendizagem Ativa – artigo 6º, § 6;
- 9) Aprimoramento da Competência do Corpo Docente – artigo 6º, § 10;
- 10) Aprimoramento da Competência de Ensino do Corpo Docente – artigo 14, § 1;
- 11) Avaliação de Aprendizagem – artigo 13, § 1, 2, e 3;
- 12) Avaliação do Programa – artigo 6º, § 12; artigo 17.

No Brasil, assim como no mundo, encontram-se iniciativas que visam desenvolver o futuro da educação em engenharia, para que a engenharia em si possa evoluir. É consenso entre os envolvidos no processo: a educação muda muito mais devagar do que a indústria. Porém, isso apenas significa que é chegada a hora de maiores disrupções e novos olhares dentro do departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, como tantos outros.

4.11 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO NOVO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC

O Anexo B contém a nova grade curricular resultado da revisão do programa do curso aprovado em maio de 2023 contemplando a implementação das novas DCNs e o novo regramento da atividade de extensão. Essa modificação já vem em atraso em razão da prorrogação (UFSC, 2020) devido à pandemia do Covid-19 e todos os impactos que ela gerou no ensino superior, particularmente nas universidades públicas. A implementação poderá ser realizada gradualmente. Portanto, a graduação em Engenharia Mecânica da UFSC já conta com uma nova proposta de Projeto Pedagógico. Todavia, observa-se poucas alterações, resumidas em três novas disciplinas. Além disso, deve ser considerado que o processo é lento em razão de vigorar somente para as novas turmas entrantes.

Embora esse novo Projeto Pedagógico represente um determinado avanço na modernização, ainda existe muito espaço para inserção, por exemplo, de metodologias ativas de ensino e aprendizagem e diferentes métodos avaliativos, pois estes costumam ficar a critério do docente de cada disciplina. A aplicação do conceito de competência em substituição ao conteúdo, simplesmente, esbarra no não domínio do processo de avaliação que exige procedimento mais complexo. Algoritmos estão sendo desenvolvidos, mas ainda não incorporados no procedimento pedagógico do processo de ensino e aprendizagem.

Maior integração entre as disciplinas, o elevado índice de reprovação nas disciplinas do ciclo básico, a valorização maior das atividades de extensão como empresa juniores, equipes compete e outras atividades agora inseridas no currículo com atribuição de crédito, necessitam estar mais fortemente evidenciadas. Colocar o aluno mais próximo da indústria e das organizações produtoras de bens e serviços de engenharia precisa ser enfatizado com grande mobilização dos alunos e suporte/facilitação dos professores. Além de tudo, propiciar aos alunos competências digitais é imperativo e urgente, ponto identificado pelos alunos como deficiente. A renovação do quadro de professores do Departamento pode ensejar uma maior dinâmica no processo de modernização do currículo de Engenharia Mecânica capaz de não perder a boa imagem construída ao longo de todos esses anos e com isso conseguir ampliar a procura pelo curso e zerar a evasão.

4.12 O PROJETO-PILOTO

O projeto de doutorado iniciado em 2020 e que agora se conclui com esta tese, tinha como propósito deixar uma contribuição para o aperfeiçoamento do processo de capacitação dos engenheiros mecânicos formados pela UFSC. A primeira questão que surgiu foi identificar para que mercado esses engenheiros estariam se preparando. Verificou-se que a maioria dos alunos não tinha essa decisão formada por falta de informação. Então, surgiu a ideia de realizar encontros com empregadores, recrutadores e especialistas que pudessem trazer as diferentes alternativas atuais e futuras. Logo em seguida, conclui-se que melhor seria transformar essa iniciativa mais atrativa e formalizada oferecendo uma disciplina optativa valendo créditos. Assim, em 2021.1 a proposta foi formatada e apresentada para matrícula utilizando a disciplina EMC-5366 Tópicos Especiais em Projetos VI, disponível na estrutura curricular. Dada a aceitação e a atratividade por parte dos alunos, depois de três semestres foi criada, formalmente, a nova disciplina optativa EMC-6200 com título de Construindo Carreira na Engenharia.

O objetivo da disciplina foi fazer com que cada aluno, individualmente, chegasse ao final com seu plano de carreira estruturado de forma idêntica a um projeto empresarial, isto é, definindo propósito, missão, visão, matriz SWOT, 5H2H e pontos complementares. Para que isso pudesse acontecer, profissionais especialistas foram convidados como voluntários para trazerem os conhecimentos necessários de Planejamento Estratégico; Perfil *Soft Skill*; procedimentos de recrutamento em empresas; e, sobretudo, expoentes profissionais que pudessem mostrar que alternativas existem no mercado para o engenheiro e o que é esperado dele. Consultores, Diretores e Presidentes de empresas grandes e pequenas, empreendedores, profissionais consultores, especialistas em recrutamento estiveram dando suas contribuições seja de forma presencial ou remota.

Alunos matriculados divididos em grupos, exploraram e apresentaram as diferentes carreiras clássicas possíveis e, individualmente, apresentaram, preliminarmente, sua matriz SWOT pessoal e, ao final da disciplina, o seu Projeto de Carreira, sempre merecendo contribuições da turma. Nesta edição 2022.2 foram 70 matriculados e 65 concluintes, incluindo uma engenheira já formada (Apêndice F).

Os temas Competências Digitais e Educação Digital e demais relacionados ao universo digital na engenharia apareceram de forma intensa como importantes e indispensáveis para a boa performance na carreira de engenheiro. Fundador e CEO da empresa PACK IoT, Diretor Técnico e de Inovação da WEG, Presidente da SOFTPLAN e Professor Neri dos Santos, contribuíram enormemente abordando diretamente temas voltados à temática digital. Todos os

demais palestrantes, sejam os mais seniores ou mais juniores, citados no Apêndice F, também abordaram o tema, cada um com sua visão. Com isso todos os alunos passaram a identificar as lacunas de conhecimento não cobertas pelo currículo normal do curso.

Ainda, na disciplina EMC-6279 Projeto de Sistemas da Qualidade, vários grupos de CCQ (Círculos de Controle da Qualidade) identificaram, escolheram e trataram problemas concernentes às deficiências dos alunos de engenharia no que diz respeito às competências digitais, incluindo as dificuldades encontradas durante o período da pandemia da COVID 19 (Apêndice G). Somado a isso, as respostas aos questionários aplicados aos alunos em geral aqui abordados, não deixam dúvidas sobre a relevância e urgência da universidade em geral ou pelo menos a UFSC, propiciar capacitação para os alunos que ainda estão no seu período de formação e igualmente para os profissionais do mercado, daí o tema abordado nesta tese.

4.13 SÍNTESE DO CAPÍTULO 4

O Capítulo 4, intitulado “Apresentação, Análise e Interpretação dos Resultados”, foi dedicado à análise e interpretação dos dados coletados na pesquisa e na apresentação das descobertas que foram evidenciadas. Neste capítulo, são apresentados os resultados de forma clara e concisa, utilizando-se de gráficos, tabelas e outros recursos visuais para ilustrar os principais achados. A seção de apresentação dos resultados fornece uma visão geral dos dados coletados, destacando os principais aspectos e tendências observadas. Os resultados são organizados de forma lógica, seguindo a estrutura do estudo e respondendo às perguntas de pesquisa ou hipóteses estabelecidas anteriormente. Após a apresentação, segue-se a análise dos resultados, que envolve uma investigação mais detalhada das descobertas. Nessa etapa, buscou-se identificar padrões, relações de causa e efeito e qualquer outro aspecto relevante que emergiu dos dados. Neste item foram utilizadas técnicas estatísticas e métodos de análise para interpretar os resultados de forma objetiva e embasada. A interpretação dos resultados é a etapa em que buscou-se atribuir significado aos achados da pesquisa. Aqui, procurou-se estabelecer conexões entre os resultados, teorias existentes e o contexto do estudo. Enfim, neste capítulo, procurou-se discutir as implicações práticas ou teóricas dos resultados, destacando seu impacto e relevância. É importante ressaltar que a apresentação, análise e interpretação dos resultados podem variar dependendo do tipo de pesquisa e dos métodos utilizados. Algumas pesquisas quantitativas podem exigir uma análise estatística mais robusta, enquanto pesquisas qualitativas podem priorizar a interpretação dos dados de maneira mais descritiva e contextualizada. Em suma, o Capítulo 4 concentra-se em revelar e compreender os resultados obtidos na pesquisa,

apresentando-os de forma organizada, analisando-os de maneira detalhada e atribuindo-lhes significado por meio de uma interpretação cuidadosa.

5 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA PARA PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA

Este capítulo trata da fase 3 do DSR, que aborda o “projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital”, nas suas diferentes etapas, considerando-se a fundamentação teórica apresentada no Capítulo 2 e os resultados da pesquisa realizada apresentados no Capítulo 3. De fato, conforme salientado na fundamentação teórica, o ritmo das mudanças é tão rápido que a aquisição de competências exige uma aprendizagem continuada e a exposição a grandes quantidades de conhecimento ao longo da vida (STRANACK, 2012).

A necessidade de uma educação continuada complementar aos futuros profissionais de engenharia em competências digitais é fundamental e, como tal, foi considerada um problema a ser pesquisado. Ademais, essa educação continuada complementar poderá ter a possibilidade de beneficiar não apenas engenheiros em formação, mas também profissionais das diferentes áreas da engenharia, já estabelecidos no mercado, que buscam uma reconversão profissional e uma aprendizagem continuada (RODRIGUES; BARBOSA, 2022). Nessa perspectiva, salienta-se nesta tese que a educação continuada é o veículo por intermédio do qual as universidades poderão se conectar com as empresas para torná-las mais inovadoras e competitivas. O termo “educação continuada” se configura nesta tese de forma bastante livre e ampla, porque os limites do que se encaixa em unidades de educação continuada de uma universidade para outra são extremamente confusos (SCHEJBAL; WILSON, 2008).

Todavia, o conceito definido nesta tese para “educação continuada” diz respeito a uma atividade de extensão universitária, na qual os resultados das pesquisas, desenvolvidos na universidade, devem ser transferidos para a sociedade, por meio de cursos de capacitação por competências, devidamente certificados, para serem aplicados para solucionar problemas e melhorar a qualidade de vida de todos os cidadãos. É evidente que essa definição normativa pode ser adequada de melhor forma a uma determinada universidade, mas o ponto central é o mesmo: a “educação continuada” estende o conhecimento e a pesquisa criados no âmbito da universidade para partes interessadas, que, de outra forma, deles não se beneficiariam. Nessa interpretação não precisa de educação continuada, as universidades se envolvem em esforços de educação continuada de maneiras que não estão confinadas a seus tradicionais departamentos de educação (SCHEJBAL; WILSON, 2008). Salienta-se, também, que, no contexto atual de

transformação digital, a presente tese assume que a educação continuada complementar deverá ser pautada pelas características da educação digital.

5.1 MODELOS CONCEITUAIS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS PARA A CONCEPÇÃO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Como modelos conceituais de referência, utilizados para o projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia desta tese de doutorado, foram utilizados conjuntamente, de forma integrada, dois modelos: (i) o modelo conceitual de referência, proposto por Diogo (2023), para o projeto e desenvolvimento dos “objetos de aprendizagem digital”; e (ii) o modelo conceitual de referência DigComp 2.2, para o projeto e desenvolvimento dos “objetos de conhecimento” (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

A principal característica dos objetos de aprendizagem digital é a sua reusabilidade, que é posta em prática por meio de arquivos que armazenam esses objetos logicamente, permitindo que eles possam ser localizados a partir da busca por temas, por nível de dificuldade, por autor ou por relação com outros objetos digitais de aprendizagem, conforme mostra a Figura 33.

Figura 33 – Reusabilidade dos objetos digitais de aprendizagem



Fonte: Santos *et al.* (2021)

Nesta figura, salienta-se a diferença entre “objetos de conhecimento⁷” e “objetos de aprendizagem⁸”. Os primeiros dizem respeito às “competências digitais” a serem contempladas em cada módulo da “unidade temática” do “programa de educação continuada”, que permitirão aos futuros profissionais de engenharia adquirirem as competências digitais definidas no seu

⁷ **Objeto de conhecimento**, anteriormente conhecido como componente de conteúdo, diz respeito aos assuntos que serão abordados ao longo de cada componente curricular do programa de educação continuada, ou seja, aquilo que será o meio para o desenvolvimento das competências digitais. Objetos de conhecimento, no contexto desta tese, podem ser “conhecimentos”, “habilidades” e “atitudes” (SANTOS *et al.*, 2021).

⁸ **Objetos digitais de aprendizagem** são recursos que apoiam a prática pedagógica dentro e fora do ambiente de aprendizagem, como jogos, animações, simuladores e videoaulas (SANTOS *et al.*, 2021).

perfil profissional, enquanto os segundos dizem respeito aos “artefatos digitais” criados pelas “tecnologias digitais educacionais”, para apoiar o processo de aprendizagem dos futuros profissionais de engenharia.

Salienta-se, também, que os objetos digitais de aprendizagem, a serem desenvolvidos para o processo digital de ensino e aprendizagem, proposto nesta tese, facilitará sobremaneira essa interação entre os futuros engenheiros e profissionais já atuantes no mundo do trabalho.

O modelo conceitual de referência proposto por Diogo (2023) foi devidamente explorado na inferência para “desenvolver competências digitais” no projeto e no desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia. Houve uma adaptação desse modelo conceitual de referência para o objetivo geral da tese, que é a aprendizagem baseada em competências digitais.

Embora esse modelo conceitual de referência se concentre na formulação de diretrizes estratégicas e o foco da tese seja a “aprendizagem baseada em competências digitais”, uma inferência foi utilizada para adaptá-lo ao objetivo geral da tese. O modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais exigidas pela transformação digital, propõe que a melhor forma de aprender é seguir as trilhas de aprendizagem formuladas, permitindo medir os resultados de aprendizagem digital que o estudante irá desenvolver.

Nessa perspectiva, os dois modelos conceituais de referência foram articulados de forma integrada. Por um lado, o modelo conceitual de referência proposto por Diogo (2023) foi utilizado no projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, abrangendo práticas pedagógicas baseadas em tecnologias digitais educacionais, tanto dentro quanto fora do ambiente de aprendizagem. Essas práticas incluem o uso de textos, animações, jogos, simulações, videoaulas, imagens, aplicações, páginas da *web*, *podcasts*, *webcasts*, *webinars*, *streaming servers* e ferramentas de teleconferência, devidamente integrados para apoiar os futuros profissionais de engenharia em seu processo de aprendizagem. Por outro lado, o modelo conceitual de referência utilizado para o projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, em relação à definição de “competências digitais” (conhecimentos, habilidades e atitudes), foi o DigComp 2.2 (The Digital Competence Framework, 2022). Esse modelo conceitual de referência foi devidamente explorado na definição das competências digitais que devem ser consideradas no modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado nas competências digitais exigidas pela transformação digital. Nesse sentido, esse modelo operacional está alinhado aos objetivos do DigComp 2.2, que visam a “desenvolver

competências digitais para a transformação digital” (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022), isto é, as competências são agrupadas em cinco grandes áreas: Levantamento de Dados e de Informações, Comunicação e Colaboração, Criação de Conteúdos Digitais, Cibersegurança e Resolução de Problemas.

Dessa forma, é possível formular uma matriz que integre essas duas abordagens conceituais, conforme mostra o Quadro 15.

Quadro 15 – Matriz de integração entre os objetos de conhecimento e os objetos de aprendizagem

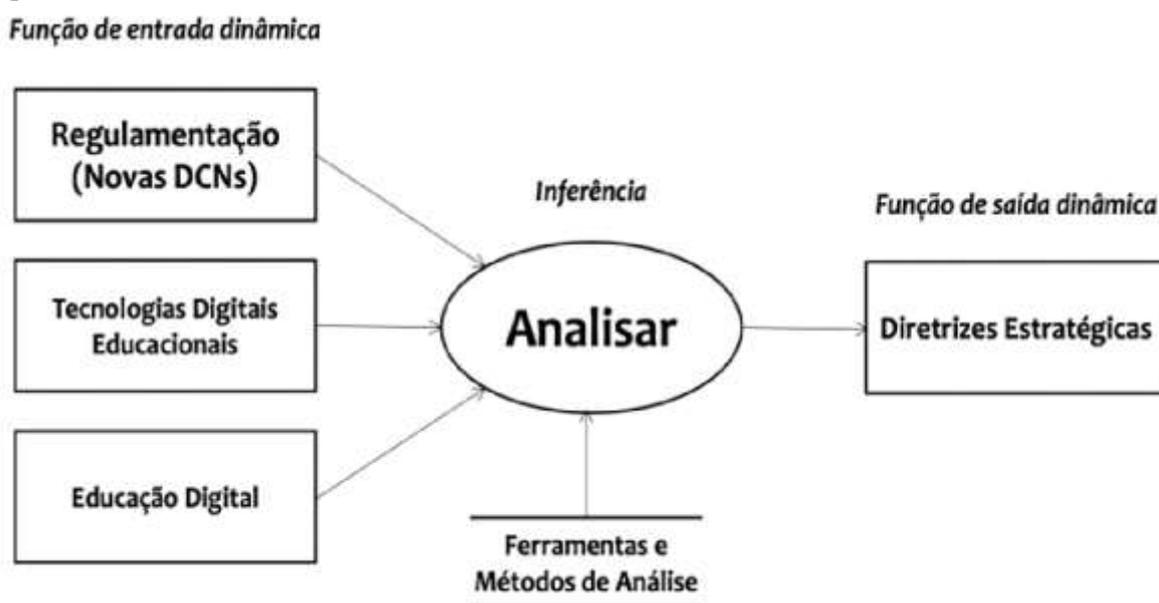
Áreas de Competências	Objetos de Conhecimento	Objetos de Aprendizagem
Letramento de Dados e de Informação	Coleta, organização e análise de dados digitais; avaliação crítica de informações digitais; manipulação segura de dados digitais.	Aprendizagem Computacional Adaptativa, Repositórios Online, Recursos Educacionais Abertos.
Comunicação e Colaboração	Comunicação eficaz usando diversas ferramentas digitais; colaboração <i>on-line</i> ; compreensão e observância de normas de netiqueta.	Aplicativos para Trabalho Colaborativo, Mídias Sociais, <i>E-mail</i> , Mensagens Instantâneas.
Criação de Conteúdos Digitais	Criação e edição de conteúdo digital; compreensão de direitos autorais e questões de licenciamento; desenvolvimento de conteúdo interativo.	Ambientes Virtuais de Aprendizagem, <i>Blogging</i> , <i>Softwares</i> Educacionais, Realidade Virtual.
Cibersegurança	Conhecimento de práticas seguras <i>on-line</i> ; proteção de informações pessoais e dados sensíveis; conscientização sobre ameaças cibernéticas e formas de prevenção.	Instrução Baseada em Internet, Simulação, Jogos Educacionais.
Resolução de Problemas	Uso de ferramentas digitais para solução de problemas; inovação digital; compreensão de como a tecnologia pode ser aplicada para resolver problemas reais.	Aprendizagem Computacional Adaptativa, Simulação, <i>Clickers</i> , Aplicações Móveis.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

O modelo conceitual de referência, proposto por Diogo (2023), possui três inferências: “Analisar”, “Ensinar” e “Medir”:

- a) **Inferência analisar:** esta inferência possui três funções de entrada dinâmicas: “Regulamentação”, “Tecnologias Digitais Educacionais” e “Educação Digital”, conforme mostra a Figura 34.

Figura 34 – Inferência “Analisar” no Modelo Conceitual de Referência



Fonte: Diogo (2023)

Nesse sentido, é necessário analisar como a “**Regulamentação**” afeta a engenharia, as “**Tecnologias Digitais Educacionais**” para a educação em engenharia e as melhores práticas para a “**Educação Digital**”. Utilizando ferramentas e métodos de análise de conhecimento de domínio, será possível gerar as “**Diretrizes Estratégicas**” como função de saída dinâmica. No entanto, essa função se tornará uma função de entrada dinâmica para a inferência “**Ensinar**” (DIOGO, 2023).

- b) A inferência “**Ensinar**” utiliza a função de entrada dinâmica “**Diretrizes estratégicas**”, gerando a função de saída dinâmica “**Resultados de Aprendizagem**”, conforme mostra a Figura 35. Essa inferência possui quatro conhecimentos de domínio: (i) o primeiro deles trata de ferramentas e exemplos para atender aos requisitos da “**Regulamentação da Educação em Engenharia**”; (ii) o segundo contém exemplos de “**Tecnologias Educacionais**” e como utilizá-las nas disciplinas; (iii) terceiro, o conhecimento de domínio da “**Educação Digital**” abrange as melhores práticas relacionadas a ela; e (iv) ~~Por fim,~~ o conhecimento de domínio sobre “**Planos de Ação**” apresenta possibilidades para melhorar os resultados de aprendizagem.

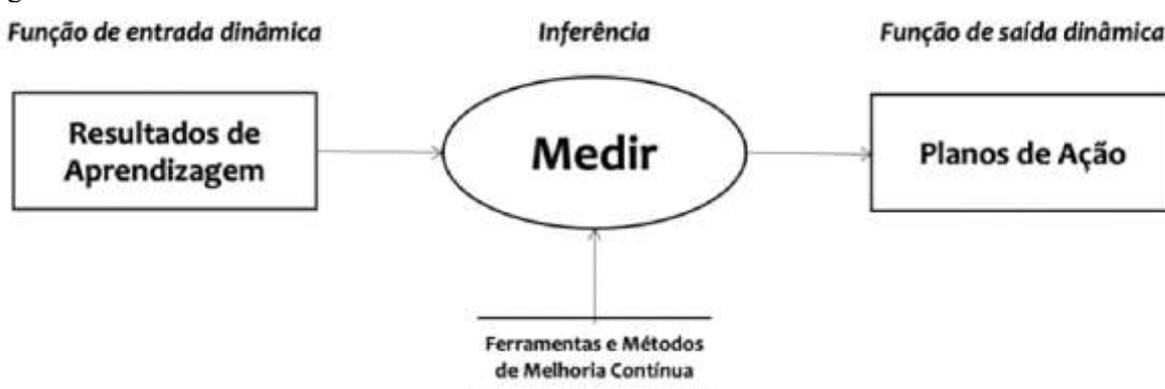
Figura 35 – Inferência “Ensinar” do Modelo Conceitual de Referência



Fonte: Diogo (2023)

- c) A inferência “**Medir**” utiliza a função de entrada dinâmica “**Resultados de Aprendizagem**”, gerando a função de saída dinâmica “**Planos de Ação**”, conforme mostra a Figura 36.

Figura 36 – Inferência “Medir” do Modelo Conceitual de Referência



Fonte: Diogo (2023)

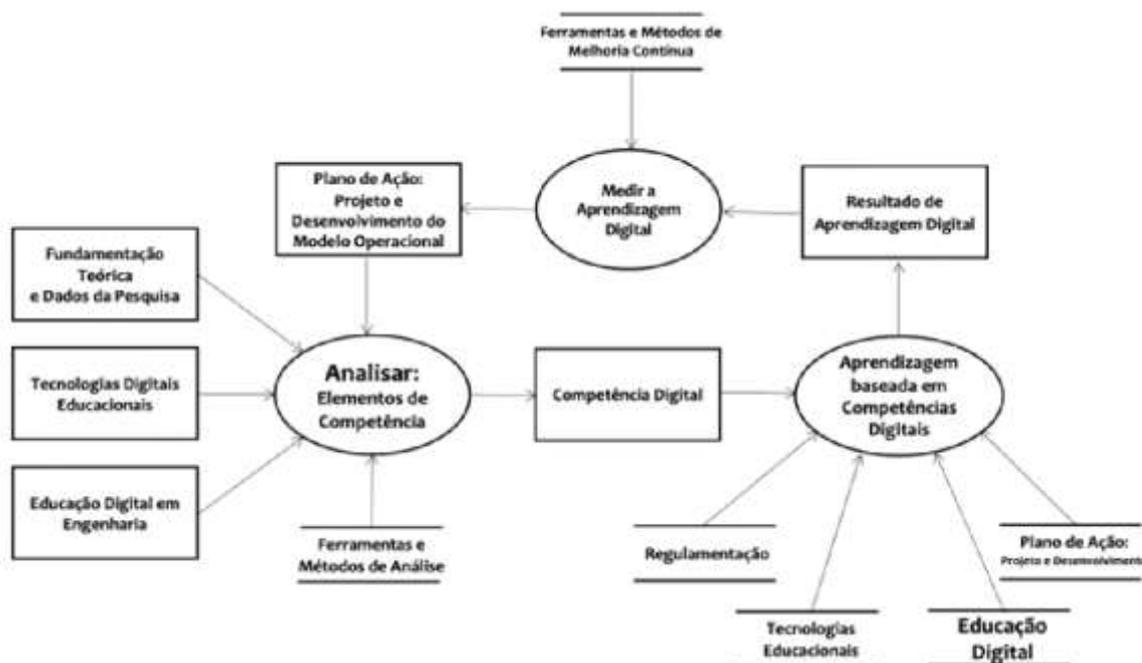
Em contrapartida, o modelo DigComp 2.2 fornece uma linguagem comum para identificar e descrever as principais áreas de competência digital e planejar iniciativas de educação para melhorar a competência digital de grupos-alvo específicos, tal como formulado nesta tese de doutorado (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

De fato, o programa de educação continuada, proposto nesta tese, tem como objetivo principal permitir que os estudantes de engenharia adquiram competências digitais úteis, que serão utilizadas em sua futura profissão. Os “objetos de aprendizagem” devem ser utilizados para apoiar e facilitar o processo de aprendizagem, permitindo aos estudantes de engenharia adquirir os “objetos de conhecimento” necessários de forma eficaz e eficiente. As competências digitais devem ser integradas em todas as unidades de aprendizagem, e não apenas em disciplinas específicas de TI ou digitais. A incorporação dessas competências em todas as

unidades de aprendizagem ajudará os estudantes de engenharia a verem como as competências digitais são relevantes e aplicáveis em diversos contextos.

Portanto, são modelos conceituais, que foram usados como referência para o projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, conforme mostra a Figura 37.

Figura 37 – Modelo Operacional de educação continuada para profissionais de engenharia



Fonte: Adaptada de Diogo (2023)

A função de saída dinâmica dos “**Elementos de Competência**” da inferência “**Analisar**” é a função de entrada dinâmica para a “**Competência Digital**”, que, por sua vez, é função de saída dinâmica para a inferência “**Aprendizagem baseada em Competências**”. E a função de saída dinâmica “**Resultado de Aprendizagem Digital**” é a função de entrada dinâmica para a inferência “**Medir a Aprendizagem Digital**”. Conseqüentemente, a função de saída dinâmica “**Plano de Ação**” acaba sendo a quarta função de entrada dinâmica para a inferência “**Analisar**”. A análise dos “**planos de ação**”, “**resultantes da medição dos resultados de aprendizagem**”, em conjunto com a “**Fundamentação Teórica**” e “**Análise dos Dados da Pesquisa**”, as “**Tecnologias Digitais Educacionais**” e “**Educação Digital**”, colabora para a definição dos “**Elementos de Competências**”.

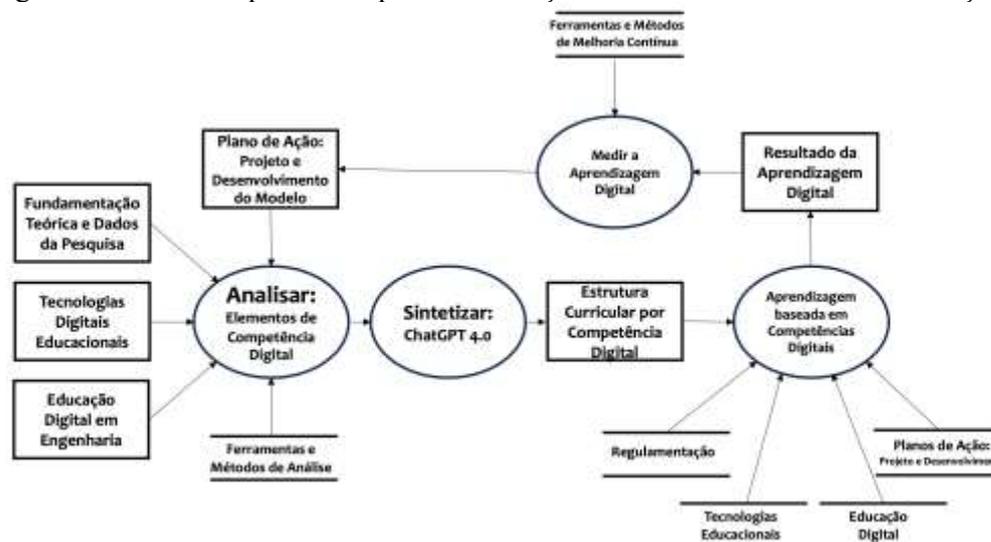
5.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO OPERACIONAL DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

O projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada dos profissionais de engenharia foi baseado em dois modelos conceituais de referência, conforme salientado no item 5.1:

- a) Modelo conceitual de referência, proposto por Diogo (2023), para o projeto e desenvolvimento dos “objetos de aprendizagem digital”, que aborde a aprendizagem por competência.
- b) Modelo conceitual de referência DigComp 2.2 para o projeto e desenvolvimento dos “objetos de conhecimento”, que aborde a aprendizagem personalizada, com trilhas de aprendizagem ou maneiras que respeitem as particularidades de cada estudante (The Digital Competence Framework, 2022).
- c) A integração desses dois modelos conceituais foi implementada utilizando-se uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa (ChatGPT), desenvolvido pela OpenAI®, na sua versão 4.0, para a formalização da estrutura curricular de uma “aprendizagem baseada em competências”.

Assim sendo, no modelo conceitual de referência, proposto por Diogo (2023), a função de saída dinâmica dos “**Elementos de Competência Digital**” da inferência “**Analisar**” é, também, função de entrada dinâmica para a função “**Sintetizar**” no ChatGPT 4.0”, que, por sua vez, é a função de saída dinâmica da “**Estrutura Curricular de uma Aprendizagem baseada em Competências**”, conforme mostra a Figura 38.

Figura 38 – Modelo operacional para a construção da estrutura curricular de educação continuada



Fonte: Adaptada de Diogo (2023)

Para efeitos desta tese, salienta-se que a “**análise dos elementos de competência digital**” é a base para o pensamento crítico, e a “**síntese realizada pelo ChatGPT 4.0**” é a base para o pensamento criativo (SANTOS, 2023), que nos permitiu formalizar a Estrutura Curricular por Competência Digital.

No caso da presente de tese, o modelo operacional de educação continuada foi estruturado e organizado integrando duas dimensões importantes: transformação digital na educação e agregação de valor para os futuros profissionais de engenharia, conforme mostra a Figura 39, pois se trata de uma educação digital modular.

Figura 39 – Educação Digital Modular



Fonte: Santos *et al.* (2021)

A agregação de valor é um tema central nas pesquisas do EGC, pois está diretamente relacionado ao conhecimento com fator de produção e como objeto de pesquisa do Programa. A agregação de valor ocorre na educação quando o estudante percebe acréscimos nas características da formação que lhe são entregues. Diversas estratégias podem contribuir para incrementar o valor percebido pelos futuros profissionais de engenharia. De fato, agregar valor à educação significa não entregar apenas uma formação tradicional, mas também oferecer uma formação inovadora, com novos valores agregados, com diferenciação, qualidade, satisfação e, principalmente, uma experiência positiva e expansiva aos futuros profissionais de engenharia, que irá lhes permitir adquirir as competências para enfrentar os desafios e as oportunidades da transformação digital.

Conforme já adiantado no Capítulo 2, “Fundamentação Teórica”, Fisk (2017) propõe nove funções de uma educação digital, que pode ser adaptada à educação digital em engenharia, e as descreve, de forma modular, conforme descrito na seguinte trilha de aprendizagem:

- 1) O estudante necessitará aprender em diferentes momentos e lugares, daí decorre a função da educação digital;
- 2) O estudante deve ser capaz de aprender no seu ritmo, daí decorre a função da aprendizagem personalizada;
- 3) O estudante deve ter liberdade de utilizar ferramentas e metodologias variadas, daí decorre a função tecnologias digitais educacionais;
- 4) O estudante deve ter uma aprendizagem, baseada em resolução de problemas (PBL), baseada em desenvolvimento de projetos (PjBL) e baseada em desafios (CBL), daí decorre a função técnicas de aprendizagem ativas;
- 5) O estudante deve ter uma valorização da experiência de campo, com estágios, coprodução e trabalhos de extensão, daí decorre a função aquisição de competências pela experiência e de maneira expansiva;
- 6) O estudante deve desenvolver competências para analisar dados e informações, descobrir tendências e inferir lógica, daí decorre a função competência digitais;
- 7) O estudante deve ter uma avaliação da sua aprendizagem por novas formas realizadas no decorrer do aprendizado, baseada em uma atividade pedagógica prática, que permita certificar a competências adquirida, daí decorre a função resultado da aprendizagem digital;
- 8) O estudante deve ser o protagonista de seu processo de aprendizagem, adquirindo voz ativa na definição de currículo e do processo de aprendizagem, daí decorre a educação personalizada;
- 9) Os professores e outros especialistas terão papel determinante como mentores no mundo do aprendizado do estudante e menos como “mestres”, daí decorre a medição da aprendizagem digital.

O projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada dos profissionais de engenharia seguiu as etapas descritas a seguir.

5.2.1 Mapeamento dos Elementos de Competências Digitais

Conforme aponta Siemens (2006), competência é o conjunto de pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes relacionados que uma pessoa possui e que são

necessários para desempenhar com sucesso de funções críticas no trabalho ou realizar tarefas em um ambiente de trabalho específico. As competências geralmente servem como base para padrões de comportamento que especificam o nível de pensamento, conhecimento, habilidades e atitudes exigidos para o sucesso no local de trabalho, bem como critérios potenciais de medição para avaliar a aquisição de competências. É importante ressaltar a diferença entre os “elementos de competências digitais” e os “objetivos de aprendizagem digital”. Os “elementos de competências digitais” definem os conhecimentos, as habilidades e as atitudes, aplicados que permitem que as pessoas executem suas tarefas, em um ambiente digital, com sucesso, enquanto os “objetivos de aprendizagem digital” são específicos para uma determinada unidade temática da educação digital em engenharia.

As competências digitais são relevantes para as responsabilidades, funções e capacidades de uma pessoa específica, em ambiente de trabalho digital. Elas são uma forma de verificar se o profissional de engenharia realmente aprendeu o que era pretendido nos objetivos de aprendizagem digital. Os objetivos de aprendizagem digital descrevem o que o futuro profissional de engenharia deve ser capaz de alcançar no final de um período de aprendizagem. Os objetivos de aprendizagem digital devem ser declarações específicas, mensuráveis e escritas em termos comportamentais também. Em resumo, os objetivos de aprendizagem digital indicam o que se deseja que os estudantes de engenharia (alunos e profissionais) saibam, como as competências digitais indicam como se pode ter certeza de que eles sabem. Para o mapeamento dos elementos de competências digitais, foram considerados os artigos sobre o tema “competências digitais”, bem como as “competências digitais” incorporadas no DigComp 2.2 (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

Os elementos de competências digitais foram identificados, preliminarmente, por meio da aplicação de um questionário junto às partes interessadas, incluindo professores do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, estudantes formandos do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC, ex-alunos graduados e responsáveis de empresas de grande porte de Santa Catarina. O objetivo foi identificar as competências digitais que, de acordo com suas percepções, deveriam ser contempladas no programa de educação continuada dos profissionais de engenharia, proposta no modelo operacional, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital.

Entretanto, para efeitos desta tese de doutorado, foi considerado também o conceito de competência de Siemens (2006), segundo o qual a aquisição de competência é baseada em quatro domínios de aprendizagem: intuitivo (saber-pensar), cognitivo (saber), sensório-motor (saber-fazer) e afetivo (saber-ser). A aquisição do “saber” e do “saber-pensar” será acessível às

partes interessadas do programa de educação continuada dos profissionais de engenharia, por intermédio de tecnologias educacionais digitais, enquanto o “saber-fazer” e o “saber-ser” exigirá atividades pedagógicas presenciais sócio interativas dos estudantes e profissionais de engenharia.

A seguir, no Quadro 16, estão apresentadas as competências digitais que foram mapeadas, utilizando-se como referência o modelo conceitual DigiComp 2.2, para o projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada dos profissionais de engenharia.

Quadro 16 – Mapeamento das Competências Digitais, segundo o modelo conceitual DigComp 2.2.

Áreas de Competências	Competências Digitais
1) Letramento de Dados e Informações	a) Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais.
	b) Avaliação de dados, informações e conteúdo digital.
	c) Gerenciamento de dados, informações e conteúdo digital.
2) Comunicação e Colaboração	d) Interagir por meio de tecnologias digitais.
	e) Compartilhar dados, informações e conhecimentos por meio de tecnologias digitais.
	f) Engajar a cidadania por meio de tecnologias digitais.
	g) Colaborar por meio de tecnologias digitais.
	h) Netiqueta (etiqueta <i>on-line</i>).
3) Criação de Conteúdos Digitais	i) Gerenciamento da identidade digital.
	j) Desenvolvimento de conteúdo digital.
	k) Integrar e reelaborar conteúdos digitais.
	l) Direitos autorais e licenças.
4) Segurança	m) Programação.
	n) Utilização de dispositivos de proteção.
	o) Proteção de dados pessoais e privacidade.
	p) Proteger a saúde e o bem-estar.
5) Resolução de Problemas	q) Proteger o meio ambiente.
	r) Resolução de problemas técnicos.
	s) Identificação de necessidades e respostas tecnológicas.
	t) Utilizar tecnologias digitais de forma criativa.
	u) Identificar lacunas de competência digital.

Fonte: Vuorikari, Kluzer e Punie (2022)

Esse mapeamento envolve as cinco áreas de competência digital e suas respectivas competências digitais que os engenheiros devem adquirir para enfrentar os desafios e as oportunidades que a transformação digital está trazendo. Ela pode ser usada como guia para desenvolver programas educacionais ou estruturas curriculares que têm o propósito de atribuir as competências digitais aos estudantes de engenharia. Cada competência pode ser desdobrada em elementos de competências mais específicos, conforme mostra de forma detalhada o Anexo A, dependendo do nível educacional e da profundidade desejada, de acordo com a matriz de

dupla entrada do Quadro 17, que mostra os objetos de conhecimentos (OK) na horizontal e os objetos digitais de aprendizagem (ODA) na vertical. Cada ponto de intersecção pode indicar como um ODA pode ser usado para ensinar um OK particular em níveis básico, intermediário e avançado.

Quadro 17 – Matriz de Dupla Entrada

	Objeto de Conhecimento 1	Objeto de Conhecimento 2	...	Objeto de Conhecimento n
ODA 1 (ex.: jogos)	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A
ODA 2 (ex.: animações)	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A
...
ODA m (ex.: animações)	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A

B = Básico; **I** = Intermediário; **A** = Avançado; **m** = Número total de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA); **n** = Número total de Objetos de Conhecimento (OK).

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

5.2.2 Formalização da Estrutura Curricular por Competências Digitais

No que se refere à estrutura curricular por competências digitais, como já salientado, o modelo conceitual de referência utilizado foi o DigComp 2.2 (The Digital Competence Framework, 2022), que definiu as competências digitais como uma combinação de 21 elementos e descritores de competência, agrupados em cinco áreas principais (“Letramento de Dados e Informações”; “Comunicação e Colaboração”; “Criação de Conteúdos Digitais; “Segurança” e “Resolução de Problemas”), conforme mostrado no Quadro 16.

Entretanto, para a formalização da estrutura curricular por competências digitais foram considerados os artigos do Capítulo 2 (Fundamentação Teórica), os resultados da aplicação do questionário e as entrevistas com as partes interessadas, conforme apresentados no Capítulo 4 (Apresentação, Análise e Interpretação dos Resultados), que foram devidamente integrados aos requisitos definidos pelo DigComp 2.2 (VUORIKARI; KLUZER; PUNIE, 2022).

Esta integração permitiu formalizar uma transição de uma matriz curricular baseada em conteúdo para uma matriz curricular baseada em competências, com o apoio da ferramenta ChatGPT – 4.0, conforme mostra o Quadro 18, que mostra, como exemplo, a matriz do Quadro 17, com alguns “objetos de Conhecimento (OK)” e alguns “objetos digitais de aprendizagem (ODA)”.

Quadro 18 – Exemplo de uma Matriz de Dupla Entrada

	Programação Básica	Uso de Redes Sociais	Design Gráfico
Jogos (ex.: gamificação)	B	I	B
Animações	B	B	I
Simulações	I	-	A
Videoaulas	A	B/I/A	A

O "Jogo" é usado no nível básico para ensinar "Programação Básica", no nível intermediário para "Uso de Redes Sociais" e no nível básico para "Design Gráfico". "Animações" são usadas para "Programação Básica" e "Uso de Redes Sociais" no nível básico, enquanto são usadas para "Design Gráfico" no nível intermediário, e assim por diante.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

Na formalização da estrutura curricular por competências digitais, deve-se considerar os seguintes pontos:

- a) **A relevância do ODA para o OK:** nem todos os ODAs são igualmente eficazes para todos os OKs. Por exemplo, um simulador pode ser crucial para aprender conceitos avançados de design gráfico, mas não tão relevante para o uso básico de redes sociais.
- b) **Nível de capacitação:** ao planejar a matriz, é importante alinhar o nível de capacitação ao ODA e ao OK apropriados. Por exemplo, videoaulas podem ser mais eficazes para ensinar conceitos avançados em vez de jogos que são frequentemente mais eficazes no nível básico.

Finalmente, ao usar essa estrutura curricular, é crucial revisita-la e revisá-la regularmente, com base no *feedback* dos estudantes e na evolução das tecnologias e tendências de aprendizagem.

5.2.3 Modularização da Estrutura Curricular por Competências Digitais

Na educação, o conceito de “modularização” pode ser entendido como a estruturação de um projeto pedagógico de curso de forma sistêmica, multi, inter e transdisciplinar, por meio de módulos de aprendizagem, em vez de seguir uma abordagem disciplinar linear e cartesiana (SANTOS *et al.*, 2021).

Em termos conceituais, a “modularidade” é uma propriedade de projeto da arquitetura de produtos, organizações e redes organizacionais. A modularização é um processo que afeta esses projetos ao conformar as fronteiras das organizações e os perfis organizacionais. Portanto,

a modularidade é um arcabouço cognitivo que guia a categorização e interpretação de uma ampla variedade de “objetos de conhecimento”.

Nesse sentido, a propriedade da modularidade e o processo de modularização estão profundamente interligados. Enquanto os processos de modularização são ubíquos e contínuos, os estudantes de graduação em engenharia buscam compreender as interdependências ao longo das fronteiras do produto e da arquitetura organizacional. A extensão em que a propriedade da modularidade é alcançada está sujeita às contingências e deve ser acessada empiricamente.

A estruturação proposta da modularidade afeta a estratégia, ao incentivar uma dinâmica específica na interação entre a propriedade da modularidade e o processo de modularização. De fato, é mais fácil testar os módulos individualmente do que o programa como um todo. É mais fácil realizar revisões (correção de erros, melhorias, dentre outras.) módulo por módulo do que em todo o programa.

Isso permite o desenvolvimento independente dos módulos e simplifica o trabalho de coordenação, uma vez que cada módulo contém apenas algumas unidades temáticas do programa de educação continuada dos profissionais de engenharia, proposta no modelo operacional, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, como um todo. Uma vantagem evidente da modularização é a possibilidade de reutilização dos objetos de conhecimento desenvolvidos no formato digital.

A “modularização” do programa de educação continuada dos profissionais de engenharia, proposta no modelo operacional, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital, foi estruturada em cinco grandes módulos sugeridos no DigCom 2.2, a saber: “Letramento de Dados e Informações”; “Comunicação e Colaboração”; “Criação de Conteúdos Digitais”; “Segurança” e “Resolução de Problemas”.

A Figura 40 mostra como os “objetos do conhecimento” (competências digitais) podem ser integrados para formar um módulo de aprendizagem, seja ele um módulo básico de aprendizagem digital (Letramento de Dados e Informações), comum a todos os futuros engenheiros, seja ele um módulo específico (Criação de Conteúdos Digitais) para cada uma das áreas de engenharia, ou ainda, um módulo prático diverso, seja ele simulado ou real (Comunicação e colaboração).

Figura 40 – Estrutura modular dos objetos de conhecimento



Fonte: Santos *et al.* (2021)

Portanto, a proposta do modelo operacional, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital está estruturada de forma modular, como blocos que devem ser articulados como peças de um quebra-cabeça. Os “objetos de conhecimento”, devidamente articulados, constituem um “Módulo de Aprendizagem”, que permite ao futuro profissional de engenharia adquirir uma competência digital básica para seu desenvolvimento intelectual e profissional. Cada módulo desempenha uma função específica na estrutura curricular e é um bloco que será integrado a outros módulos.

No entanto, individualmente, cada módulo é como se fosse um “*nanodegree*” que pode ser certificado pelo “programa de educação continuada dos profissionais de engenharia, proposta no modelo operacional, baseado em competências digitais demandadas pela transformação digital”.

5.2.4 Estrutura Curricular por Competências Digitais

A elaboração da estrutura curricular abrange uma gama de níveis de competência, desde a compreensão básica do valor da colaboração e da tecnologia digital (Nível 1), passando pela aplicação prática desses conceitos (Nível 2), até a utilização de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas e a inteligência artificial para resolver problemas complexos (Nível 3). A sequência e os conteúdos dos níveis devem ser ajustados de acordo com as necessidades específicas dos futuros profissionais de engenharia. É importante avaliar regularmente a eficácia da estrutura curricular e fazer ajustes conforme necessários. Aqui foram sugeridos três

níveis, mas pode haver escalonamentos em mais níveis dependendo do perfil do estudante e do processo de aprendizagem.

Como salientado preliminarmente, a elaboração da estrutura curricular abrange uma gama de níveis de elementos de competência, desde a compreensão básica do valor da colaboração e da tecnologia digital (Nível 1 – Básico), passando pela aplicação prática desses conceitos (Nível 2 – Intermediário), até a utilização de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas e a inteligência artificial para resolver problemas complexos (Nível 3 – Avançado), conforme os quatro domínios de aprendizagem: (i) Intuitivo (saber-pensar); (ii) Cognitivo (saber); (iii) Sensorio-motor (saber-fazer); e (iv) Afetivo (saber-conviver), ou em termos da combinação dos pensamentos, conhecimentos, habilidades e atitudes que integram uma competência digital.

Salienta-se que o padrão de domínios de aprendizagem mais utilizado, conforme orientação do CDIO, é estruturado em conhecimentos, habilidades e atitudes. Para efeitos desta tese de doutorado, corroborando com o CDIO, foi utilizado o padrão de três domínios de aprendizagem (CHUCHALIN, 2018).

Assim, cada uma das competências digitais, além do escalonamento de níveis: (i) Nível 1: Compreensão básica do valor da colaboração e da tecnologia digital; (ii) Nível 2: aplicação prática desses conceitos; (iii) Nível 3: utilização de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas e a inteligência artificial para resolver problemas complexos; são fragmentados em elementos de competências: (i) Conhecimentos; (ii) Habilidades; e (iii) Atitudes, conforme detalhadas na Figura 41.

Figura 41 – Escalonamento em níveis dos elementos de competências

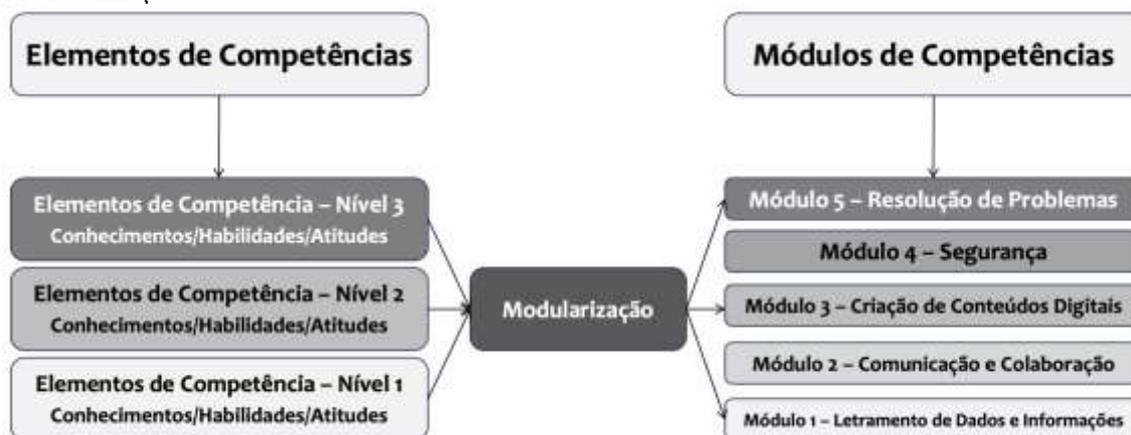


Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2021)

Nesta etapa, também, os elementos de competência, devidamente desmembrados em conhecimentos, habilidades e atitudes, são modularizados nos cinco diferentes módulos da

estrutura curricular proposta pelo modelo operacional de educação continuada, conforme especificado na Figura 42.

Figura 42 – Integração dos elementos de competência em Módulos Curriculares por meio da Modularização



Fonte: Santos *et al.* (2021)

Salienta-se que cada um dos módulos é composto de um conjunto de áreas (unidades) temáticas devidamente integradas, cuja carga horária de cada um dos módulos pode ser variável, mas a competência digital a ser adquirida é definida. As unidades temáticas são arranjos dos elementos de competências de diferentes níveis e, como tal, formam a estrutura dorsal da estrutura curricular por competências digitais. Cada área temática contempla uma gama maior ou menor de elementos de competências, assim como cada elemento de competência se relaciona às diferentes competências a serem adquiridas pelos atuais ou futuros profissionais de engenharia, individualmente, que atendem a capacitação. Pode-se considerar um exemplo de cada um desses cinco módulos e desmembrá-los em elementos de competência (conhecimentos, habilidades e atitudes), conforme apresentado no Quadro 19.

Quadro 19 – Exemplo de uma Estrutura Curricular por Competências Digitais

Áreas de Competências	Elementos de Competências Digitais
Letramento de Dados e Informações	Conhecimentos: Saber os conceitos básicos de dados, como tipos de dados, manipulação de dados, e métodos de análise de dados.
	Habilidades: Saber como identificar, coletar e analisar dados de fontes digitais diversas.
	Atitudes: Abordagem crítica à informação e aos dados, compreensão da importância de verificar fontes e proteger a privacidade dos dados.
Comunicação e Colaboração	Conhecimentos: Saber os princípios de comunicação digital eficaz e dos diferentes canais e plataformas de comunicação digital.

Áreas de Competências	Elementos de Competências Digitais
	Habilidades: Saber como se comunicar efetivamente em um ambiente digital, usando uma variedade de ferramentas e plataformas. Atitudes: Abertura para a colaboração digital, respeito pelas normas de comunicação <i>on-line</i> e consciência da etiqueta digital.
Criação de Conteúdos Digitais	Conhecimentos: Saber os princípios da criação de conteúdo digital, incluindo formatos, ferramentas e direitos autorais. Saber como criar e editar conteúdo digital, utilizando várias ferramentas e plataformas. Atitudes: Abordagem criativa para a criação de conteúdo digital, respeito pelos direitos autorais e pelo trabalho original.
Cibersegurança	Conhecimentos: Saber os princípios de segurança digital, incluindo privacidade <i>on-line</i> , segurança de dados e códigos de conduta <i>on-line</i> . Habilidades: Saber como aplicar medidas de segurança digital, como o uso de senhas fortes e criptografia. Atitudes: Uma abordagem responsável à segurança digital, compreendendo a importância de proteger os dados pessoais e os de outros.
Resolução de Problemas	Conhecimentos: Saber quais tecnologias digitais podem resolver problemas, incluindo a identificação de problemas e a implementação de soluções digitais. Habilidade: Saber como usar ferramentas e tecnologias digitais para identificar, analisar e resolver problemas. Atitudes: Abordagem proativa para a resolução de problemas, disposição para aprender e adaptar-se a novas tecnologias digitais.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese (2023)

Esta é apenas uma amostra. A estrutura curricular completa deve ser ampliada para cobrir todas as 21 competências identificadas pelo DigComp 2.2 e os 259 elementos de competência, que estão apresentadas no Anexo A. Deve-se também considerar o nível de proficiência desejado em cada competência e como essa progressão será avaliada e demonstrada.

Conforme salientado anteriormente, o conceito de “modularização”, pode ser entendido como a elaboração da estrutura curricular por competências digitais, por módulos de aprendizagem digital e não mais de forma disciplinar linear cartesiana baseada em conteúdos, como o curso de engenharia mecânica da UFSC está estruturado atualmente.

Nesses módulos, os professores podem indicar material complementar para os que quiserem se aprofundar naquele tópico e até mesmo indicar módulos de “objetos do conhecimento” gravados por outro professor e contidos em outras unidades temáticas. Com isso, os profissionais de engenharia ganham autonomia para montar uma trilha de aprendizagem

que eles querem seguir, decidir quão longe eles querem ir em cada unidade temática, além, também, de poder escolher a ordem em que irão assistir às videoaulas.

As trilhas de aprendizagem têm como principal objetivo desenvolver o pensamento sistêmico, o pensamento analítico, o pensamento científico, o pensamento criativo e inovador nos futuros profissionais de engenharia. As trilhas de aprendizagem, considerando as condições contextuais e os requisitos institucionais, são devidamente integradas para estruturar uma estrutura curricular por competências digitais.

A estrutura curricular por competências, proposta nesta tese de doutorado, integra somente as competências digitais de que os profissionais de engenharia precisam desenvolver, para navegar em direção ao futuro que se deseja, individual e coletivamente.

As trilhas de aprendizagem orientarão os futuros profissionais de engenharia para a descoberta, indicando os “conhecimentos”, as “habilidades” e as “atitudes” que eles precisam adquirir, não apenas para enfrentar as mudanças em nosso ambiente e em nossas vidas diárias, mas, também, para ajudar a moldar o profissional que lhes espera no mundo do trabalho, conforme apresentado no Quadro 18. Este é um quadro simplificado para fins ilustrativos. Dependendo das necessidades específicas, pode-se querer adicionar mais competências digitais, subdividir as existentes em categorias mais específicas ou detalhar mais as habilidades, atitudes e conhecimentos necessários.

Na sequência é apresentada, no Quadro 20, como exemplo, uma estrutura curricular por competências digitais, que foi elaborada com o apoio da ferramenta ChatGPT 4, que, conforme o modelo operacional apresentado na Figura 38, mostra como a saída dinâmica da função “Elementos de Competência Digital” da inferência “Analisar” é a função de entrada dinâmica para a função “Sintetizar” na ferramenta ChatGPT 4, que, por sua vez, é saída dinâmica para a função “Estruturas Curriculares por Competências Digitais” dos cinco módulos da função “Aprendizagem baseada em Competências”.

Quadro 20 – Exemplo de uma Estrutura Curricular por Competências Digitais

Competência Digital	Conhecimento (K)	Habilidades (S)	Atitudes (A)
Alfabetização digital	Compreensão dos fundamentos da tecnologia digital, incluindo hardware, <i>software</i> e redes.	Capaz de operar e gerenciar informações digitais de forma eficaz, incluindo pesquisa na internet, criação de documentos, uso de aplicativos, etc.	Atitude proativa em aprender sobre novas tecnologias e práticas digitais, e respeitar diretrizes de segurança e privacidade na internet.
Programação	Compreensão dos conceitos básicos	Capaz de escrever e depurar um programa simples, usando	Abordagem de solução de problemas e interesse contínuo no aprendizado

Competência Digital	Conhecimento (K)	Habilidades (S)	Atitudes (A)
	de programação e lógica.	uma linguagem de programação relevante.	de novos conceitos de programação.
Análise de dados	Compreensão dos conceitos básicos de estatística e análise de dados.	Capaz de coletar, analisar e interpretar dados usando ferramentas de análise de dados.	Abordagem curiosa e crítica para a interpretação de dados, respeitando questões de privacidade e ética dos dados.
Cibersegurança	Conhecimento das práticas e princípios básicos de cibersegurança.	Capaz de aplicar práticas seguras ao usar tecnologias digitais, identificar ameaças e proteger informações.	Consciência da importância da cibersegurança e adesão às melhores práticas.
Design digital	Compreensão dos princípios de design e UX/UI.	Capaz de criar um design digital simples que atenda aos padrões de UX/UI.	Foco no usuário e disposição para melhorar continuamente suas habilidades de design digital.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese com apoio da ferramenta ChatGPT 4.0

Salienta-se que as 21 competências digitais, abaixo relacionadas, propostas pelo modelo conceitual de referência DigiComp 2.2, podem ser desdobradas em 259 elementos de competência (conhecimentos, habilidades e atitudes), conforme apresentado, de forma detalhada, no Anexo A:

- 1) Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais;
- 2) Avaliação de dados, informações e conteúdo digital;
- 3) Gerenciamento de dados, informações e conteúdo digital;
- 4) Interação por meio de tecnologias digitais;
- 5) Compartilhamento de dados, informações e conhecimentos por meio de tecnologias digitais;
- 6) Engajamento da cidadania por meio de tecnologias digitais;
- 7) Colaboração por meio de tecnologias digitais;
- 8) Netiqueta (etiqueta *on-line*);
- 9) Gerenciamento da identidade digital;
- 10) Desenvolvimento de conteúdo digital;
- 11) Integração e reelaboração de conteúdos digitais;
- 12) Direitos autorais e licenças;
- 13) Programação;
- 14) Utilização de dispositivos de proteção;
- 15) Proteção de dados pessoais e privacidade;

- 16) Proteção à saúde e ao bem-estar;
- 17) Proteção ao meio ambiente;
- 18) Resolução de problemas técnicos;
- 19) Identificação de necessidades e respostas tecnológicas;
- 20) Utilização de tecnologias digitais de forma criativa;
- 21) Identificação de lacunas de competência digital.

Assim, pode-se estruturar essas 21 competências digitais em uma estrutura curricular por competências, de acordo com os “Objetos Digitais de Aprendizagem” (ODA). Por exemplo, ao se considerar quatro tipos principais de ODA:

- a) Jogos (gamificação);
- b) Animações;
- c) Simuladores; e
- d) Videoaulas.

Quadro 21 – Exemplo de uma Estrutura Curricular de Dupla Entrada por Competências Digitais

	1) Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais	2) Avaliação de dados, informações e conteúdo digital;	...	21) Identificar lacunas de competência digital.
Jogos (gamificação)	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A
Animações	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A
Simuladores	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A
Videoaulas	B/I/A	B/I/A	...	B/I/A

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese com apoio da ferramenta ChatGPT 4.0

Da mesma forma, pode-se dar um exemplo simplificado de preenchimento para algumas das 21 competências.

Quadro 22 – Exemplo simplificado de preenchimento de algumas das 21 Competências Digitais

	1) Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais	2) Avaliação de dados, informações e conteúdo digital	3) Gerenciamento de dados, informações e conteúdo digital	...
Jogos (gamificação)	B	B	B	...
Animações	I	I	B	...
Simuladores	-	-	I	...

	1) Navegação, busca e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais	2) Avaliação de dados, informações e conteúdo digital	3) Gerenciamento de dados, informações e conteúdo digital	...
Videoaulas	A	A	A	...

Legenda: B = Básico; I = Intermediário; A = Avançado.

Fonte: Elaborado pelo autor desta tese com apoio da ferramenta ChatGPT 4.0

Explicações sobre os exemplos:

- a) **Jogos (Gamificação):** os jogos são mais adequados para o nível básico de familiarização com uma competência. Então, para competências como “Navegação” ou “Avaliação”, os jogos podem ser uma excelente forma de introduzir o conceito.
- b) **Animações:** para uma compreensão mais profunda ou para visualizar conceitos complexos, animações podem ser usadas. Para o “Gerenciamento de dados”, pode-se usar animações no nível básico com o intuito de visualizar como os dados são organizados e gerenciados.
- c) **Simuladores:** os simuladores são ideais para cenários práticos nos quais os estudantes podem “fazer” sem consequências reais. Por exemplo, no “Gerenciamento de dados”, os estudantes podem usar um simulador no nível intermediário para praticar a organização e o gerenciamento de grandes conjuntos de dados.
- d) **Videoaulas:** as videoaulas são mais adequadas para instruções detalhadas ou para apresentar conceitos complexos. Portanto, para quase todas as competências, as videoaulas podem ser a ferramenta principal no nível avançado.

Esse é apenas um exemplo simplificado para toda a formalização da estrutura curricular, portanto, é crucial personalizá-la com base nas necessidades dos estudantes, nos recursos disponíveis e na experiência dos professores envolvidos.

5.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO 5

No Capítulo 5, intitulado “Projeto e Desenvolvimento do Modelo Operacional de Educação Continuada para Profissionais de Engenharia”, é abordada a fase 3 do DSR, que se concentra no projeto e desenvolvimento de um modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, com base nas competências digitais exigidas pela transformação digital. Esse capítulo utiliza a fundamentação teórica apresentada no Capítulo 2 e os resultados da pesquisa apresentados no Capítulo 3. A necessidade de educação continuada

complementar para profissionais de engenharia em competências digitais é discutida, considerando que o ritmo das mudanças requer aprendizagem contínua ao longo da vida. Essa educação continuada pode beneficiar tanto os engenheiros em formação quanto os profissionais estabelecidos no mercado que buscam reconversão profissional e aprendizagem contínua. A definição de “educação continuada” nesta tese se refere a uma atividade de extensão universitária, na qual os resultados de pesquisas desenvolvidas na universidade são transferidos para a sociedade por meio de cursos de capacitação por competências. Essa educação continuada busca resolver problemas e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. As universidades desempenham um papel importante na educação continuada, conectando-se às empresas para torná-las mais inovadoras e competitivas. No contexto da transformação digital, a tese enfatiza que a educação continuada complementar deve ser baseada nas características da educação digital. O Capítulo 5 também discute os modelos conceituais de referência utilizados para a concepção do modelo operacional de educação continuada. Dois modelos foram integrados: o modelo conceitual de referência proposto por Diogo (2023) para objetos de aprendizagem digital e o modelo conceitual de referência DigComp 2.2 para objetos de conhecimento. Esses modelos são utilizados para projetar e desenvolver o modelo operacional, considerando práticas pedagógicas baseadas em tecnologias digitais educacionais, dentro e fora do ambiente de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem digital são caracterizados por sua reusabilidade e são armazenados em repositórios, permitindo que sejam localizados e utilizados de acordo com temas, níveis de dificuldade, autores ou relação com outros objetos digitais de aprendizagem. Já os objetos de conhecimento se referem às competências digitais a serem contempladas em cada módulo do programa de educação continuada. Ambos os modelos conceituais de referência são articulados de forma integrada para apoiar a aprendizagem dos profissionais de engenharia. O projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada é baseado na integração desses modelos conceituais de referência e utiliza a ferramenta de IA Generativa ChatGPT 4.0 para a formalização da estrutura curricular de uma aprendizagem baseada em competências. Em resumo, o Capítulo 5 apresenta a fase de projeto e desenvolvimento do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia, com base em competências digitais exigidas pela transformação digital. Ele integra modelos conceituais de referência e utiliza a ferramenta ChatGPT 4.0 para apoiar a formalização da estrutura curricular.

6 CONCLUSÕES

Neste último capítulo, apresenta-se uma reflexão sobre os objetivos alcançados, as contribuições teóricas e práticas que o trabalho pode ter trazido e o conseqüente desdobramento em futuras atividades de pesquisa nos diferentes níveis, sejam elas teses, dissertações ou mesmo de natureza experimental prática de campo.

6.1 A TESE E SEUS OBJETIVOS

Embora exista sempre espaço para pensar que conteúdos adicionais pudessem ser agregados em cada tópico deste documento, conclui-se que o objetivo geral e seus específicos foram atingidos satisfatoriamente. O Capítulo 5 mostra, detalhadamente, a estruturação do modelo operacional para o desenvolvimento de ações que levem a compor projetos de ações de capacitação continuada em tecnologias digitais para engenheiros já atuantes no mercado de trabalho e para alunos que ainda estejam em formação, que era o objetivo geral desta tese.

Conforme visto no texto, cinco grandes áreas (Levantamento de Dados e Informações; Comunicação e Colaboração; Criação de Conteúdos Digitais; Segurança; e Resolução de Problemas) são suportadas por vinte e uma competências digitais e 259 elementos de competências digitais (conhecimentos, habilidades e atitudes), em três níveis proficiência (iniciante, intermediário e avançado) conforme a grau de complexidade dos desafios que se deseja ofertar.

Para atingir esse objetivo geral, foram alcançados vários objetivos específicos por meio da adoção do procedimento clássico de desenvolvimento de um trabalho de tese. Destaca-se a realização da pesquisa bibliográfica e levantamento de dados e informações por meio de questionários aplicados nos principais stakeholders diretamente envolvidos, no caso, estudantes cursando graduação em engenharia mecânica, ex-estudantes que estão no mercado de trabalho há menos de dez anos, professores do Departamento de Engenharia Mecânica e dirigentes empresariais, bem como especialistas. Assim, foram alcançados os seguintes objetivos específicos: (1) competências digitais demandadas pela transformação digital foram identificadas e conceituadas; (2) apresentação mesmo que de forma genérica e resumida de algumas iniciativas que estão sendo implementadas por um conjunto de universidades; (3) as diferentes competências que os profissionais de engenharia devem adquirir para atender às oportunidades e os desafios da transformação digital como conhecimentos, habilidades e atitudes foram, igualmente, definidas ao longo do texto; (4) tecnologias digitais educacionais,

em termos de objetos de ensino e aprendizagem, que podem ser consideradas para a formalização do modelo operacional de educação continuada para profissionais de engenharia foram identificadas; e (5) avaliação da consistência de viabilidade do modelo, ainda que, de forma restrita a um estudo de caso “piloto” na disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.

Salienta-se que, neste estudo de caso, o modelo desenvolvido atendeu às nove características de uma educação digital, propostas por Fisk (2017), conforme descritos a seguir:

- a) O modelo permite que o estudante possa aprender em diferentes momentos e lugares, **conforme a função de entrada dinâmica “educação digital”**.
- b) O modelo permite que o estudante possa aprender no seu ritmo, **conforme a função de saída dinâmica “aprendizagem personalizada”**.
- c) O modelo permite que o estudante tenha a liberdade de utilizar ferramentas e metodologias variadas, **conforme a função de entrada dinâmica “tecnologias digitais educacionais”**.
- d) O modelo permite que o estudante possa ter uma aprendizagem baseada em resolução de problemas (PBL), em desenvolvimento de projetos (PjBL) e em desafios (CBL), **conforme a função de entrada dinâmica “técnicas de aprendizagem ativas”**.
- e) O modelo permite que o estudante tenha uma valorização da experiência de campo, com estágios, coprodução e trabalhos de extensão, **conforme a função de saída dinâmica “aquisição de competências pela experiência e de maneira expansiva”**.
- f) O modelo permite que o estudante desenvolva competências para analisar dados e informações, descobrir tendências e inferir lógica, **conforme a função de saída dinâmica “competência digitais”**.
- g) O modelo permite que o estudante tenha uma avaliação da sua aprendizagem por competências, baseada em uma atividade pedagógica prática, que permite certificar a competências adquirida, **conforme a função de saída dinâmica “resultado da aprendizagem digital”**.
- h) O modelo permite que o estudante seja o protagonista de seu processo de aprendizagem, adquirindo voz ativa na definição da trilha e do processo de aprendizagem que ele pretende, **conforme a função de saída dinâmica “educação personalizada”**.

- i) O modelo propõe que os professores e outros especialistas tenham um papel determinante como mentores no mundo do aprendizado do estudante e menos como “mestres”, **conforme a função de entrada dinâmica “medição da aprendizagem digital”**.

Portanto, o modelo desenvolvido alcançou não só os objetivos definidos nesta tese, mas, também, como já mencionado, atendeu às nove características de uma educação digital, propostas por Fisk (2017). Todavia, salienta-se que a avaliação da consistência de viabilidade do modelo foi realizada em um único estudo de caso “piloto”, na disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.

6.2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS DA TESE

Em todas as partes elaboradas no texto, houve a insistente preocupação em definir os diferentes termos e conceitos que aparecem na abordagem do tema educação em Engenharia por competência no mundo digital. Embora seja impossível esgotá-los devido à sua evolução acelerada, esses conceitos foram bastante elaborados à luz de literatura de natureza científica pura e, também, por recentes publicações oficiais de diferentes organizações nacionais e internacionais, citando CNE com as DCN, ANE, OCDE, EU, entre outras. Isso nos permite considerar esta abordagem como uma contribuição teórica da tese. Igualmente, identifica-se como contribuição teórica da tese o projeto e desenvolvimento do modelo de educação continuada dos profissionais de engenharia, baseado em competências digitais, assim como também a utilização da ferramenta ChatGPT 4.0 da OpenAI® para integração dos dois modelos conceituais que foram utilizados como referência: o modelo conceitual proposto por Diogo (2023) para objetos de aprendizagem digital, e o modelo conceitual DigComp 2.2 para objetos de conhecimento.

No que diz respeito às contribuições práticas da tese, salienta-se o fato de a pesquisa ter sido ampliada com dados e informações coletadas nos principais conjuntos de atores como alunos, professores, profissionais e dirigentes de organizações. Embora entendendo que, por um lado, o trabalho tenha sido focado em um estudo de caso, o que pode induzir o pensamento de limitação, de outro, permite dar ao projeto uma visão prática real e não só conceitual teórica.

Ainda, como contribuição prática, vale destacar que o modelo desenvolvido permite formalizar uma estrutura curricular, capaz de ofertar capacitação continuada para engenheiros, o objetivo final deste trabalho de tese. A junção de estudantes dos últimos semestres dos cursos de engenharia, com profissionais já atuantes no mercado, em um mesmo ambiente de

coprodução de aprendizagem, viabiliza a modalidade pedagógica 70/20/10, ou seja, aprender praticando, de fato, soluções de projetos reais, adicionando ainda o *lean education*, modalidade *on-line*, uso de plataformas digitais, protagonismo do aluno, professor mentor e todas as demais maneiras de ensinar e aprender apregoadas e defendidas por autores citados neste trabalho. Módulos operacionais podem ser desenhados e ofertados, o que, na linguagem do mundo acadêmico, pode-se dizer que a aplicação prática é concretizada no curto prazo. Vale destacar, igualmente, que a efetiva implementação desse modelo permitirá praticar a tão decantada aproximação ou mesmo integração universidade-empresa e outros segmentos da sociedade demandantes de serviços de formação e capacitação profissional, especialmente de engenharia.

6.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O primeiro ponto a destacar é o fato de o trabalho ter obtido dados de uma realidade específica, qual seja, de a operação e o resultado da análise de consistência e de viabilidade do modelo terem sido realizados apenas em um estudo de caso “piloto”, na disciplina optativa “Tópicos Especiais em Projetos VI”, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, *Campus Florianópolis*.

Como segunda limitação, não houve tempo suficiente e nem as condições necessárias para a aplicação prática da versão final do modelo desenvolvido, carecendo de trabalhos futuros que apliquem o modelo mediante projeto executivo. Além da questão técnica propriamente dita, o procedimento burocrático para permitir colocar no mercado um programa de capacitação com o conteúdo contido neste trabalho por universidades precisa ser equacionado.

6.4 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Dada a complexidade do tema e os fortes impactos da galopante e evidente evolução tecnológica digital em todas as atividades humanas com consequentes impactos na formação e capacitação de profissionais, sugere-se ampliar de maneira significativa os estudos sobre a dinâmica desse processo, notadamente da educação em engenharia.

Movimentos em várias entidades de características culturais e geográficas distintas formadoras de profissionais no Brasil estão em curso e precisam ser observadas. Igualmente, os movimentos no exterior estão sendo multiplicados em todos os continentes e tendem a ter maior corpo daqui para frente. Já há, relativamente, bastante conhecimento gerado no âmbito acadêmico em torno do tema educação em engenharia, porém muitos ainda advirão. Assim, é

imperioso acompanhá-los para melhor conhecer e avaliar os seus resultados e eventual aplicabilidade local.

Evidências e percepções sobre o comportamento dos alunos, a visão das novas gerações, a empregabilidade, o conservadorismo do corpo docente e a inércia na tomada de decisão na direção da modernização precisam ser suportadas por estudos técnicos-científicos para permitir decisões mais assertivas por parte dos dirigentes e de todos os *stakeholders* envolvidos.

Parece não bastar a realização de estudos pontuais como dissertações e teses de estudantes voluntários, e sim, há necessidade de avolumar o investimento sistemático e contínuo de desenvolvimento de propostas concretas com capacidade de serem implementadas na prática e, a partir delas, criar uma nova transformação institucional capaz de avançar na direção da vanguarda no processo de formação e capacitação não só dos engenheiros, mas de qualquer profissional formatado por IES brasileiras.

Como proposta concreta, aparentemente ousada, sugere-se a estruturação de um grupo permanente de estudos organizado como um OBSERVATÓRIO no âmbito do EGC, por exemplo, constituído não só por professores-pesquisadores dedicados ao tema formação do engenheiro do futuro, mas especialmente suportados por bolsistas pós-doutores, alunos de mestrado e doutorado, alunos de graduação e técnicos criando a capacidade de desenvolver e manter atualizado um banco de informações e um conjunto de estudos (teses e dissertações, mas não só) em estreita cooperação com entidades brasileiras e internacionais. Um conselho formado por dirigentes de entidades empregadoras, empreendedores, alunos de graduação de organizações representativas já existentes no CTC, cuidaria da função estratégica e da governança em geral, mesmo de forma consultiva. Apoio financeiro poderia ser conseguido das diferentes partes interessadas. Esse tipo de iniciativa pode ser implementado em prazo relativamente curto respeitando os ditames legais existentes. Competências e massa crítica iniciais já são possíveis de serem identificadas, o que permitiria concretizar a proposta do Observatório aqui defendida.

De imediato identificam-se vários temas específicos de tese relacionados que podem ser desenvolvidos, por exemplo, incluir na atividade de pesquisa a comunidade de outros cursos de engenharia da UFSC integrantes do CTC, além da Engenharia Mecânica e incluídos, o *campus* de Joinville e demais *campi* da UFSC. Especificamente:

- 1) Estudar com profundidade a visão do corpo docente do CTC e concluir com uma proposta de revisão dos projetos pedagógicos dos seus cursos de graduação para a era digital.

- 2) Estudar melhor o perfil, a competência e expectativa de carreira dos alunos do segundo grau potenciais candidatos a acadêmicos de engenharia da UFSC.
- 3) Identificar com maior precisão o perfil do engenheiro demandado pelo mercado no horizonte de longo prazo, “radiografando” os empregadores, os empreendedores e os dirigentes em geral.
- 4) Realizar estudos sobre os movimentos e projetos em instituições de vanguarda no Brasil e em todos os continentes.
- 5) Testar, explorar e desenvolver algoritmos de aferição individual da competência adquirida nos vários módulos ou cursos atendidos, utilizando-se a IA generativa como suporte para uma abordagem mais ampla e aprofundada.
- 6) Identificar e testar Plataformas de Inteligência Artificial que podem ser efetivamente utilizadas na sua plenitude para o processo de formação continuada dos futuros profissionais de Engenharia.

Essa lista de propostas de estudos é meramente preliminar e indicativa. Não é difícil imaginar uma ampla e rica pauta de temas que podem ser deflagrados no curto prazo. Vale destacar, como propósito do Observatório, desenvolver projetos executivos para permitir colocar em prática com efetiva aplicação experimental as propostas que surgem das diferentes teses e dissertações desenvolvidas pelos alunos que buscam a sua titulação.

REFERÊNCIAS

- 5W2H: O que é, quando aplicar e como conseguir boas respostas. **Qualyteam**, 2021. Disponível em: <https://qualyteam.com/pb/blog/5w2h/>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- ABDURRAHMAN, A. Developing STEAM learning makerspace for fostering student's 21st century skills in the fourth Industrial Revolution Era. **Journal of Physics: Conference Series**, **IOP Publishing**, [s.l.], p. 1-6, 2019.
- ABELSON, P. H. Engineering education. **Science**, [s.l.], v. 229, n. 4.709, p. 121, 2018. DOI: 10.1126/science.229.4709.121.
- ABIKO, Alex K. *et al.* Formação de engenheiros deixa a desejar. **NET – AECweb Revista Digital**, [on-line], 2015. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/formacao-de-engenheiros-deixa-a-desejar_12249_0_0. Acesso em: 2 fev. 2018.
- ABOIRON, E.; ABOIRON, J. Digital Transformation as a Tool for Organizational Change and Value Creation. **International Journal of Applied Research in Business and Management**, [s.l.], v. 3, Issue 1, p. 29-36, February, 2022.
- AIRES, R. W. A. **Desenvolvimento de competências gerais para a sociedade em transformação digital**: uma trilha de aprendizagem para profissionais do setor industrial, 2020. 336p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- AKEN, J. E. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.
- ALA-MUTKA, K. **Mapping Digital Competence**: Towards a Conceptual Understanding. (JRC Technical Notes n. JRC67075). IPTS, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18046.00322>. Acesso em: 27 maio 2023.
- ALVES, A.; LEÃO, C.; KURY, M. The knowledge and importance of Lean Education based on academics' perspectives: an exploratory study. **Journal Production Planning & Control**, [s.l.], v. 32, p. 497-510, 2021.
- ALDAHDOUH, A.; OSÓRIO, A.; CAIRES, S. Understanding knowledge network, learning and connectivism. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, [s.l.], v. 12, n.10, 2015.
- ALEKSANDROV, A. A.; TSVETKOV, Y. B.; ZHILEYKIN, M. M. Engineering Education: Key Features of the Digital Transformation. *In*: ITM WEB OF CONFERENCES. 35, 01001, 2020. **Anais [...]**. [S.l.], 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/itmconf/20203501001>.
- ALVES, G. H.; FERREIRA, J. F.; AMARAL, D. R. R. Docência na engenharia civil: o engenheiro professor e as práticas pedagógicas. **Humanidades & Tecnologia em Revista**, [s.l.], ano 8, v. 18, p. 119-131, jan.-dez. 2019. ISSN: 1809-1628. Disponível em: http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/801/574. Acesso em: 28 maio 2022.
- AMNKWAH-AMOA, J. *et al.* Covid-19 and Digitalization: The great acceleration. **Journal of Business Research**, [s.l.], v. 136, p. 602-611, November, 2021.
- AMARAL, Matheus. **Aprendizagem por competências**: definições, aplicações e dicas práticas. Rubeus, 2021. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/aprendizagem-por-competencias>. Acesso em: 18 maio 2022.

ANE – ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century (Free Executive Summary). 2015. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/11338.html>. Acesso em: 11 maio 2020.

ANDERSON, T.; DRON, J. Three generations of distance education pedagogy. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, [s.l.], v. 12, n. 3, 2011. Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/890>. Acesso em: 20 jun. 2021.

AUER, M. E.; HORTSCH, H.; SETHAKUL, P. (ed.). The Impact of the 4th Industrial Revolution on Engineering Education. In: 22nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING (ICL2019), v. 1, Springer Nature Switzerland AG, 2020. **Proceedings** [...]. [s.l.], 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-40274-7>.

AYOKO, O. B. Digital Transformation, Robotics, Artificial Intelligence, and Innovation. **Journal of Management & Organization**, [s.l.], n. 27, p. 831-835, 2021. DOI: 10.1017/jmo.2021.64.

AZEEZ, N. A.; VAN DER VYVER, C. Digital Education: Assessment of e- Learning and m- Learning Adoption in Tertiary Institutions in South Africa. In: 2018 IEEE CONFERENCE ON E-LEARNING, E-MANAGEMENT AND E-SERVICES (IC3E) 2018, Langkawi. **Anais** [...]. Langkawi, IEEE, 2018. p. 23-28. DOI: 10.1109/IC3e.2018.8632654.

BAKER, V. L. **How colleges can better help faculty during the pandemic**. Inside Higher Ed., March 24, 2020. Disponível em: <https://www.insidehighered.com/views/2020/03/25/recommendations-how-colleges-can-better-support-their-faculty-during-covid-19>. Acesso em: 12 abr. 2020.

BANIOS, E. W. Teaching engineering practices. FRONTIERS IN EDUCATION TWENTY-FIRST ANNUAL CONFERENCE. Engineering Education in a New World Order, West Lafayette, USA, 1991, p. 161-168. **Proceedings** [...]. USA, 1991. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/18;7461>. Acesso em: 8 maio 2020.

BANKEL, JOHAN *et al.* **The CDIO Syllabus**: a comparative study of expected student proficiency. [S.l.: s.n.], November, 2002.

BARBOSA, D. M.; BAX, M. A Design Science como metodologia para a criação de um modelo de Gestão da Informação para o contexto da avaliação dos cursos de graduação. **RICI: R. Ibero-amer. Ci. Inf.**, Brasília, DF, v. 10, n. 1, p. 32-48, jan.-jul. 2017. ISSN 1983-5213. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/2471>. Acesso em: 9 jun. 2020.

BARBOSA, L. G. M.; CAIUBY, R. D.; RIBEIRO, T. A. (coord.). **Agenda Brasil 2034**: Visões do setor produtivo e da sociedade civil para o desenvolvimento sustentável do país. Rio de Janeiro: FGV Projetos: Movimento Brasil Competitivo, 2023. 153p.

BASTIAN, Sue *et al.* **Theory of Knowledge**. 3. ed. London: Pearson, 2020.

BASAVAIHAH, J.; ANTHONY, A. A.; PATIL, C. M., Transformation of engineering education through student centric learning. **International Journal of Learning and Teaching**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 32-41, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18844/ijlt.v13i1.5137>.

BAX, M. P. Design Science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 42, n. 2, 2015.

BERGER FILHO, Ruy Leite. Formação baseada em competências numa concepção inovadora para a formação tecnológica. In: CONGRESSO DE EDUCAÇÃO

TECNOLOGICA DOS PAÍSES DO MERCOSUL. 5, 1998, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas, 1998.

BERMAN, S. J. Digital transformation: Opportunities to create new business models. **Strategy & Leadership**, [s.l.], v. 40, n. 2, p. 16-24, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/10878571211209314>.

BHARADWAJ, A. *et al.* Digital Business Strategy: Toward A Next Generation of Insights. **MIS Quarterly**, [s.l.], v. 37, n. 2, p. 471-482, 2013.

BLACKBURN, Simon *et al.* **Digital strategy in a time of crisis: Now is the time for bold learning at scale.** McKinsey Digital, abril, 2020.

BLOCK, B. M., Digitalization in engineering education research and practice. *In*: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2018, p. 1024-1028. **Anais [...]**. Santa Cruz do Tenerife, Spain, 2018. DOI: [10.1109/EDUCON.2018.8363342](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363342).

BORG, J. *et al.* **The work readiness-career resilience linkage: implications for project talent management.** **International Journal of Managing Projects in Business**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 917-935, Emerald Publishing Limited, 2021.

BORGES, M. N.; ALMEIDA, N. N. Perspectivas para engenharia nacional: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 71-78, 2013.

BORRÁS, M. A.; TORRES, I. **Internacionalização e Modernização de cursos de Engenharia: Proposta para o Curso de Engenharia de Produção de Sorocaba.** Sorocaba, SP: UFSCAR, 2021. 145p. Disponível em: <https://www.sibi.ufscar.br/arquivos/internacionalizacao-e-modernizacao-de-cursos-de-engenharia.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BORREGO, M.; FROYD, J. E.; HALL, T. Diffusion of Engineering Education Innovations: A Survey of Awareness and Adoption Rates in U.S. Engineering Departments. **Journal of Engineering Education**, [s.l.], 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CES n. 1/2019: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, ano 157, n. 77, p. 109-110, 23 abr. 2019a.

BRASIL. 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. Brasília: Ministério da Educação, 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 31 mar. 2020.

BRASIL. **Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Brasília, 2010. 305p. Disponível em: <https://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/vol1.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

BROO, D. G.; KAYNAK, O.; SAIT, S. M. Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. **Journal of Industrial Information Integration**, [s.l.], v. 25, January 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311>.

BÜHLER, M. M.; JELINEK, T.; NÜBEL, K. Training and Preparing Tomorrow's Workforce for the Fourth Industrial Revolution. **Education Science**, [s.l.]. v. 12, p. 782, 2022.

BURGIN, Mark. **Theory of Knowledge: Structures and Processes**. Singapore: World Scientific Publishing, 2017.

CAMPOS, F. A. L. **Uma investigação sobre a solução de problemas a partir da experiência do CCQ: análise da teoria e prática**. 2004. 118p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

CAPES-CNE-COMISSÃO FULBRIGHT-MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Abilio A. Baeta Neves. **Edital n. 23/2018: Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG -EUA)**. [S.l.], 2018. p. 1-17. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/11062018-edital-23-pmg-eua2-pdf/view>. Acesso em: 30 dez. 2020.

CARDOSO, M.; CHANIN, R. M. The history of Engineering Education: learning from the past to design the future. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 11, e364111133606, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33606>.

CARMICHAEL, Carol. **Constructing the Concept of Contextual Competence in in Undergraduate Engineering Curriculum**. 2004. 245p. Dissertation (Mestrado) – University of Georgia in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy Athens, Georgia, 2004.

CARRETERO G. S.; VUORIKARI, R.; PUNIE, Y. **DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use**, EUR 28558 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-68006-9 (pdf), 978-92-79-68005-2 (print), 978-92-79-74173-9 (ePub), doi:10.2760/38842 (online), 10.2760/836968 (print), 10.2760/00963 (ePub), JRC106281.

CARVALHO, Leonard A.; TONINI, Adriana M. Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 24, n. 4, p. 829-841, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1665-16>. Acesso em: 11 maio 2020.

CASTRO, R. N. A. Teorias do currículo e suas repercussões nas diretrizes dos cursos de engenharia. **Revista Educativa**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 307-322, jul.-dez. 2010.

CGEE-MCTI. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)**. Brasília, DF: Ciclo 2022-2026, 2022. 98p.

CHEN, P.; HAO, Y., Digital transformation and corporate environmental performance: The moderating role of board characteristics. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, p. 1-11, June 2022.

CHENG, K. H.; TSAI, C. C. Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. **Journal of Science Education and Technology**, [s.l.], 22, 2013, p. 449-462. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>. Acesso em: 18 set. 2020.

CHUCHALIN, A. Evolution of the CDIO approach: BEng, MSc and PhD level. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], Published online, 4 Jan. 2018.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Implantação das novas DCNs de Engenharia: 1º encontro**. Confederação Nacional da Indústria, 18 set. 2020a. 1 vídeo

(3h:07min:15s). [Live]. Participação de Antonio Seabra (POLI-USP), Gianna Sagazio (CNI), Irineu Gianesi (INSPER), Liedi Bernucci (POLI-USP), Luiz Carlos P. Silva Filho (UFRGS), Luiz Curi (CNE), Maurílio Albanese Novaes Júnior (EMBRAER), Osmar Barros (CONFEA) e Vanderli Fava de Oliveira (ABENGE). Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=B1bA_xQUpuE. Acesso em: 18 set. 2020.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Implantação das novas DCNs de Engenharia**: 2º encontro. Confederação Nacional da Indústria, 2 out. 2020b. 1 vídeo (3h:03min:32s). [Live]. Participação de Anderson Correia (ITA), Arthur Costa Sousa (CONCREMAT CCCC), Cláudia Morgado (UFRJ), Gianna Sagazio (CNI), Gustavo Donato (FEI), Luiz Curi (CNE), Osmar Barros (CONFEA) e Vanderli Fava de Oliveira (ABENGE). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=YpHPt6482RI&list=PL8QEA7GsVgLH05HYNmJpNmbIUY2akzXav&index=2>. Acesso em: 2 out. 2020.

CRAWLEY, E. F. **The CDIO Syllabus**: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education. Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts: Institute of Technology, 2001.

CRAWLEY, E. F.; BRODEUR, D. Program Evaluation Aligned with the Cdio Standards. **Paper presented at 2005 Annual Conference**, Portland, Oregon, 2005. DOI: 10.18260/1-2-15474.

CRAWLEY, Edward F.; BRODEUR, Doris R. The Education of Future Aeronautical Engineers: Conceiving, Designing, Implementing and Operating. *In*: 48th AIAA AEROSPACE SCIENCES MEETING INCLUDING THE NEW HORIZONS FORUM AND AEROSPACE EXPOSITION. 4-7, January, 2010, Orlando, Florida. **Anais [...]**. Orlando, Florida, 2010.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The CDIO Syllabus v2.0 An Updated Statement of Goals for Engineering Education. *In*: 7th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, Technical University of Denmark, Copenhagen, June, 20-23, 2011. **Proceedings [...]**. Copenhagen, 2011.

CHRISTENSEN, J. E. *et al.* Interactive teaching in interpersonal skills as innovation in engineering education. *In*: 14th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, Kanazawa Institute of Technology, Kanazawa, Japan, June 28-July 2, 2018. **Proceedings [...]**. Kanazawa, Japan, 2018.

CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientiae Studia**, [s.l.], v. 4, p. 353-371, 2006.

DADOS BÁSICOS DO PROGRAMA. **Plataforma Sucupira**, 2023. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewPrograma.jsf;jsessionid=vRJrdp5r3b-SdsVFNAUB28Fl.sucupira-218?popup=true&cd_programa=41001010006P8. Acesso em: 9 abr. 2023.

DAS, S.; KLEINKE, D.; K.; PISTRUI, D. Reimagining Engineering Education: Does Industry 4.0 Need Education 4.0? *In*: ASEE'S VIRTUAL CONFERENCE 2020. **Anais [...]**. [S.l.], ASEE, 2020.

DELGADO KLOOS, Carlos *et al.* Digital education in the classroom. *In*: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE, EDUCON, April, p. 31-32, 2017. **Anais [...]**. [S.l.], 2017. DOI: 10.1109/EDUCON.2017.7942818.

DELORT, J. **Education: a Hidden Treasure – Report of the International Commission on Education for the 21st Century**. Paris: Unesco, 1996.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The SAGE Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2011.

DNIPROVSKAYA, N. V.; KOMLEVA, N. V.; URINTSOV, A. I. The Knowledge Management Approach to Digitalization of Smart Education. **Advances in Artificial Systems for Medicine and Education II**, [s.l.], n. 902, p. 641-650, 2019.

DIOGO, Ricardo Alexandre. **Modelo conceitual para formulação de diretrizes estratégicas na concepção e atualização de cursos de engenharia no contexto da Transformação Digital**. 2023. 222p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

DIOGO, Ricardo A.; DOS SANTOS, Neri; LOURES, Eduardo F. R. 13 – Digital Transformation of Engineering Education for Smart Education: A systematic literature review. *In*: RAM, Mangey; XING, Liudong (org.). **Reliability Modeling in Industry 4.0 Advances in Reliability Science**. 1. ed. Amst: Elsevier, 2023. p. 407-438. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99204-6.00002-9>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323992046000029>. Acesso em: 18 mar. 2023.

DIOGO, Ricardo Alexandre; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; DOS SANTOS, Neri. Modernization of Undergraduate Education Program (PMG). *In*: PROCEEDINGS 2nd SOUTH AMERICAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT 2021, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: IEOM, 2021.

DIOGO, Ricardo Alexandre; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; SANTOS, Neri. Improving Brazilian Engineering Education: real engineering challenges in an IIoT undergraduate course. *In*: HUSSAIN, Chaudhery Mustansar; ROSSIT, Daniel (org.). **Designing Smart Manufacturing Systems**. 1. ed. [s.l.]: Elsevier, 2023. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books/designing-smart-manufacturing-systems/hussain/978-0-323-99208-4>. Acesso em: 15 abr. 2023.

DIOGO, Ricardo Alexandre *et al.* Real Engineering Problems in an Undergraduate Course: the learning methodologies and assessment tools. *In*: WORLD ENGINEERING EDUCATION FORUM 2021, Madrid. **Anais [...]**. Madrid: IEEE, 2021.

D2L. **The Future of Lifelong Learning: Designing for a Learning-Integrated Life (Rep.)**. 2020. Disponível em: <https://www.d2l.com/wp-content/uploads/2022/10/Future-of-Lifelong-Learning-D2L-2020-Digital-Edition.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

DNeproVSKAYA, N. V.; KOMLEVA, N. V.; URINTSOV, I., The Knowledge Management Approach to Digitalization of Smart Education. **Advances in Artificial Systems for Medicine and Education II**, [s.l.], p. 641-650, 2019.

DONATO, Gustavo. **2º Encontro – Implantação das novas DCNs de Engenharia**: Centro Universitário FEI. São Paulo: Confederação Nacional da Indústria, 2020. 28 slides, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/b8/14/b814fefc-e8f6-4fd8-b562-24b3fdbf812c/gustavo_donato_fei.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.

- DONG, X.; LIU, X. *A Review of Engineering Education in China: History, Present and Future*. In: ASEE INTERNATIONAL FORUM, Columbus, Ohio. **Paper presented**, June. 2017. Disponível em: <https://peer.asee.org/29272>. Acesso em: 20 maio 2022.
- EBERT, C.; DUARTE, C. H. C. Digital Transformation. **IEEE Software**, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 16-21, July-August 2018. DOI: 10.1109/MS.2018.2801537.
- ÉCOLE POLYTECHNIQUE. **Histoire**. Desenvolvido por École Polytechnique. 2021. Disponível em: <https://www.polytechnique.edu/fr/histoire>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- EFREMOVA, N.; HUSEYNOVA, A. The impact of digital technology on learning motivation and learning modes. In: XIV CONFERÊNCIA CIENTÍFICA E PRÁTICA INTERNACIONAL “ESTADO E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO – INTERAGROMASH 2021”. E3S Web of Conferences 273, 12083. **Anais [...]**. [S.l.], 2021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312083>.
- ELFAR, O. A. *et al.* Prospects of industry 5.0 in algae: Customization of production and new advance technology for clean bioenergy generation. **Energy Conversion and Management: X**, [s.l.], v. 10, art. 100048, junho de 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342626885_Prospects_of_Industry_50_in_algae_Customization_of_production_and_new_advance_technology_for_clean_bioenergy_generation. Acesso em: 22 jun. 2021.
- ELSAADANY, A.; ABBAS, K. Development and implementation of e-learning system in smart educational environment. 2016 39th International Convention on Information and Communication Technology. **Electronics and Microelectronics**, MIPRO 2016 - Proceedings, [S.l.], p. 1004-1009, 2016. DOI: 10.1109/MIPRO.2016.7522286.
- ENGENHARIA MECÂNICA. **Inspier**, 2020. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/graduacao/engenharia/engenharia-mecanica/>. Acesso em: 30 dez. 2020.
- ENGSTRÖM, Y. Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research. **Published online by Cambridge University Press**: 5 December 2014.
- ENSSLIN, L. *et al.* ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI, Brasil. **Gestão e Produção**, Florianópolis, 2010.
- EMC – ENGENHARIA MECÂNICA. **Visão de futuro 2016-2025**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 2015.
- ETTER, D. M.; BORDOGNA, J. Engineering education for the 21st century. In: ICASSP '94. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING, Adelaide, SA, Australia, 1994, p. VI/33-VI/36 v. 6. **Proceedings [...]**. Australia, 1994. DOI: 10.1109/ICASSP.1994.389935.
- EUROPEAN COMMISSION. **Digital education action plan**. European Commission, {SWD (2018)12 final} Brussels, January 17, 2018. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-22-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- EUROPEAN COMMISSION. **Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry**. Luxembourg: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2021.

EUROPEAN UNION. **Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (ST/9009/2018/INIT)**. 2023. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:O-J.C_.2018.189.01.0001.01.ENG. Acesso em: 27 maio 2023.

FARJOUN, M.; ANSELL, C.; BOIN, A. Perspective – Pragmatism in organization studies: Meeting the challenges of a dynamic and complex world. **Organization Science**, [s.l.], v. 26, n. 6, p. 1.787-1.804, 2015.

FELDER, R. *et al.* The future of engineering education II: Teaching methods that work. **Chemical Engineering Education**, [s.l.], v. 34, n. 1, p. 26-39, 2000.

FELDER, R. M.; BRENT, R.; PRINCE, M. Engineering Instructional Development: Programs, Best Practices, and Recommendations. **Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 100, n. 1, p. 89-122, 2011.

FELDER, R. M. Engineering Education: A Tale of two Paradigms. *In*: McCABE, B.; PANTAZIDOU, M.; PHILLIPS, D. (ed.). **Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education**. Leiden: CRC Press, 2012. p. 9-14.

FERNÁNDEZ-SANZ, L.; GÓMEZ-PÉREZ, J.; CASTILLO-MARTÍNEZ, A. C. e-Skills Match: A framework for mapping and integrating the main skills, knowledge and competence standards and models for ICT occupations. **Computer Standards & Interfaces**, [s.l.], v. 51, November, 2016. DOI: 10.1016/j.csi.2016.11.004.

FERRARI, A. **DigComp**: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. [S.l.]: Publications Office, 2012. DOI: 10.2788/52966.

FERRARI, A.; BRECKO, B.; PUNIE, Y. DigComp: a Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. **E-Learning Papers**, [s.l.], v. 38, p. 1-14, 2014.

FERRARI, A.; PUNIE, Y.; REDECKER, C. Understanding digital competence in the 21st century: An analysis of current frameworks. *In*: EC-TEL 2012: 21st Century Learning for 21st Century Skills, p. 79-92, 2012. **Anais [...]**. [S.l.], 2012.

FISK, P. **Education 4.0**: the future of learning will be dramatically different in school and throughout life. January, 2017. Disponível em: <https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-thaught-together/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

FITZGERALD, M. *et al.* Embracing Digital Technology: a New Strategic Imperative. **MIT Sloan Management Review**, [s.l.], 2013.

FRANCISCO, R. A. A. **Elas nas engenharias**: construção da carreira e identidade profissional de mulheres estudantes da UFSC. 2021. 249p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/222089?show=full>. Acesso em: 29 out. 2022.

FRANKENTHAL, R. Entenda a escala Likert e saiba como aplicá-la em sua pesquisa. Mindminers: Blog. 16 fev. 2022. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/entenda-o-que-e-escala-likert/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

FREIRE JUNIOR, J. C. *et al.* A internacionalização do ensino de Engenharia: modelos, problemas e possíveis soluções. *In*: OLIVEIRA, V. F. *et al.* (org.). **Desafios da educação em Engenharia**: formação em Engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições. Brasília: ABENGE, 2013. p. 15-25.

FRIEDMAN, B.; HENDRY, D. G. **Value sensitive design**: Shaping technology with moral imagination. Estados Unidos: Mit Press, 2019.

FULLER, R. **World design science decade, 1965-1975 – World Resources Inventory**. Illinois: Southern Illinois University, 1965.

GARCIA, Aline Weber. **Evasão e fatores dificultadores de permanência**: Estudo do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. 2019. 232p Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

GARGIONI, Sergio. **Notas de aula, disciplina EMC-6279, Projeto de Sistemas da Qualidade**. Planos de ação 5W2H: Conceitos, Criação e Exemplos. BCN Treinamentos. 2022. Disponível em: <https://blog.bcntreinamentos.com.br/plano-de-acao-5w2h-conceito-criacao-e-exemplos/>. Acesso em: 7 dez. 2022.

GAIVORONSKII, D. V.; KUTUZOV, V. M.; MININA, A. A., Digital transformation of engineering education. *In*: IEEE VI FORUM STRATEGIC PARTNERSHIP OF UNIVERSITIES AND ENTERPRISES OF HI-TECH BRANCHES (Science. Education. Innovations) (SPUE), St. Petersburg, Russia, 2017, p. 3-6. **Anais [...]**. St. Petersburg, Rua, 2017. DOI: 10.1109/IVForum.2017.8245954.

GATTIE, D. K. *et al.* Engineering education as a complex system. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 36, n. 6, p. 521-535, 2011. DOI: 10.1080/03043797.2011.6220382011.

GIANESI, I. G. N. **Desenho de Currículo para Desenvolver Competências**. São Paulo: Confederação Nacional da Indústria, 2020. 18 slides, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/ec/7a/ec7aee30-4186-4046-b585-5e79ad1fe37c/insper_irineu_gianesi.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.

GLOBAL PARTNERSHIP FOR EDUCATION. **List of GPE partner countries and classification for the purpose of the results framework**, 2020. Disponível em: <https://www.globalpartnership.org/sites/default/files/document/file/2020-03-GPE-partner-countries-fragile-conflict.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2022.

GODWIN, Allison; POTVIN, Geoff. Pushing and Pulling Sara: a Case Study of the Contrasting Influences of High School and University Experiences on Engineering Agency, Identity, and Participation. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v. 54, n. 4, p. 439-462, 2017. DOI: 10.1002/tea.21372.

GOLDIN, C.; KATZ, L. F. **The Race between Education and Technology**. Harvard University Press: Cambridge, MA, USA, 2010.

GRAHAM, R. **The global state of the art in Engineering Education**. United States of America: Massachusetts Institute of Technology (MIT), School of Engineering, 2018. 170p. Disponível em: <https://jwel.mit.edu/assets/document/global-state-art-engineering-education>. Acesso em: 24 mar. 2020.

GREGORY, S. A. **The design method**. Nova Iorque: Springer Science + Business Media, 1966.

GREENO, J. G.; ENGESTRÖM, Y. Learning in activity. *In*: SAWYER, R. K. (ed.). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 128-147. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.009>.

HAGHIGHI, K. Systematic and Sustainable in Engineering Education. **Journal of Environmental Engineering Archive**, [s.l.], v. 131, n. 4, p. 501-502, 2005.

- HARARI, Y. N. **21 Lições para o Século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.
- HENLY, C. P.; SPRAGUE, J. **Theory of Knowledge: Teaching for Success**. London: Hodder Education, 2020.
- HENRIETTE, E. *et al.* The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review. *In: MCIS 2015, Paper 10*, p. 1-19, 2015. **Proceedings** [...]. [S.l.], 2015.
- HENRIETTE, Emily; FEKI, Mondher; BOUGHZALA, Imed. A systematic literature review of digital transformation. *In: MCIS 2015 PROCEEDINGS 2015, Samos. Anais* [...]. Samos, AISEL, 2015. p. 1-13.
- HESS, T. Options for formulating a digital transformation strategy. **MIS Quarterly Executive**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 123-139, 2016. ISSN 15401960.
- HESS, Thomas *et al.* How German Media Companies Defined Their Digital Transformation Strategies. **MIS Quarterly Executive**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 103-119, 2016.
- HEVNER, A. R. A three-cycle view of design science research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 4, 2007.
- HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.
- HEYDORN, W.; JESUDASON, S. **Decoding Theory of Knowledge**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- HOLUBNYCHA, L. *et al.* Development of Competency-Based Approach to Education. **Educational Challenges**, [s.l.], v. 27, Issue 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34142/2709-7986.2022.27.2.04>.
- HORLACH, B. *et al.* Increasing the agility of it delivery: Five types of bimodal IT organization. *In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES 2017. Proceedings* [...]. [S.l.], p. 5.420-5.429, 2017. DOI: 10.24251/HICSS.2017.656. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10125/41818>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Trajatória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia**. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Brasília, 2010. 305p. Disponível em: <https://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/vol1.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.
- INSPEER. **Linha do Tempo**. Insper. [S.l.]: Youtube, 2016. (1 min.), son., color. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=aglRWJf_kVs&fbclid=IwAR0Qh1exxPU6_v08Ph1iDE8b9SxYAB6-FJkq9hlGmnT320SpzC9HxG7CeKg. Acesso em: 30 dez. 2020.
- IRWIN, E.; PICKERILL, J.; DESETTI, B. **Lifelong Learning. Inter-American Development Bank**, 2020. Disponível em: <https://clic-skills.iadb.org/en/skills21@iadb.org>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- JANSSEN, J.; STOYANOV, S. Online Consultation on Experts' Views on Digital Competence. **Publications Office of the European Union**, [s.l.], 2012. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC73694>. Acesso em: 27 maio 2023.
- JOHNSON, L. *et al.* The sea change before us. **EDUCAUSE Review**, [s.l.], v. 41, n. 2. p. 72-73, 2006.

- JOHNSON, L. *et al.* **NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2014.
- KAIANO, F. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. **International Journal of Production Economics**, [s.l.], v. 220, art. 107460, 2020.
- KARAGIANNAKI, A.; VERGADOS, G.; FOUSKAS, K. The Impact of Digital Transformation. *In: THE FINANCIAL SERVICES INDUSTRY: INSIGHTS FROM AN OPEN INNOVATION INITIATIVE IN FINTECH IN GREECE*, 2017. **MCIS 2017 Proceedings**. [...]. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://aisel.aisnet.org/mcis2017/2>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- KARSTINA, S. G. Engineering Training in The Context of Digital Transformation. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, Tunis, Tunisia, p. 1.062-1.068, 2022. DOI: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766473.
- KATEHI, L. *et al.* *A New Framework for Academic Reform in Engineering Education*. *In: ANNUAL CONFERENCE*, Salt Lake City, Utah, June, 2004. **Anais [...]**. Salt Lake City, 2004. DOI: 10.18260/1-2-12897,
- KARAGIANNAKI, Angeliki; VERGADOS, Georgios; FOUSKAS, Konstantinos. The Impact of Digital Transformation in The Financial Services Industry: Insights from an Open Innovation Initiative in Fintech in Greece. *In: MCIS 2017 PROCEEDINGS 2017*, **Anais [...]**. [S.l.], 2017.
- KHATSRINOVA, O. Y.; YEVGENYEVNA, F. R. Formation of technological competence of future engineers – Technologists. *In: 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING (ICL)*, 2012. **Anais [...]**. [S.l.], 2012. DOI: 10.1109/ICL.2012.6402040.
- KHATSRINOVA, O. Y.; BARBARANOVA, S.; KHATSRINOVA, J. The Main Trends in the Development of Engineering Education: the Role of the University Teacher in Systemic Changes. *In: The Challenges of the Digital Transformation in Education: Proceedings of the 21st International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2018)*, January, 2019. **Anais [...]**. [S.l.], 2019.
- KHODAN, O. L. Competency-based approach to the training of future specialists in higher education, Scientific Bulletin of Uzhgorod University Series. **Pedagogy, Social Work**, [s.l.], v. 29, p. 232-235, 2013.
- KIRADOO, Giriraj. Competency-Based Learning: An Imperative Benchmark for Result Engendering Entrepreneurship Education (April 05, 2021). **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 2.781-2.786, 2021. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3824588>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- KNOWLES, M. S.; HOLTON III, E. F.; SWANSON, R. A. **The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development**. 7. ed. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780080964249>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- KOCH, P. J. *et al.* A skill-based robot co-worker for industrial maintenance tasks. **Procedia Manufacturing**, [s.l.], v. 11, p. 83-90, 2017.
- KONDAREVYCH, V. *et al.* Digital Transformation of Business Processes of an Enterprise. **TEM Journal**, [s.l.], v. 9, Issue 4, p. 1.800-1.808, November, 2020. ISSN 2217-8309. DOI: 10.18421/TEM94-63.

- KOP, R.; HILL, A. Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? **The International Review of Research in Open and Distance Learning**, [s.l.], v. 9, n. 3, p. 1-7, 2008. Disponível em: <http://bit.ly/pIYrav>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- KOP, R., The Challenges to Conectivist Learning on Open Online Networks: Learning Experiences during a Massive Open Online Course. *In: INTERNATIONAL REVIEW OF RESEARCH IN OPEN AND DISTANCE LEARNING*, v. 12.3, March, 2011. **Anais [...]**. 2011.
- KOSTIKOVA, I. *et al.* The Competency-Based Approach to Passing First Certificate in English. **Revista Romaneasca Educatie Multidimensionala**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 117-130, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18662/rrem/100>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- KRAUS, S. *et al.* Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research. **SAGE Open Journal**, [s.l.], v. 11, Issue 3, July-September, 2021.
- KRICK, E, V. **Introdução à Engenharia**. 2. ed. São Paulo: Editora Livros Técnicos e Científicos S. A., 1979. 190p.
- KULIK, A. A. *et al.* Competency-based approach and competencies in higher education: a theoretical review. **Propósitos y Representaciones**, [s.l.], v. 8, (SPE2), e645, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8nSPE2.645>.
- LACERDA, D. P. *et al.* Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.
- LACERDA, D. P. *et al.* **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Bookman, 2015. 204p. ISBN: 8582605536, 9788582605530. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=M63XDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT90&dq=\(DRESCH+et+al.,+2015&ots=N4eBJ5tFzH&sig=CTUgyzl54b4-SCrUIbQZ9NDmFe0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=M63XDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT90&dq=(DRESCH+et+al.,+2015&ots=N4eBJ5tFzH&sig=CTUgyzl54b4-SCrUIbQZ9NDmFe0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 9 jun. 2020.
- LAMARRE, E.; SMAJE, K.; ZEMMEL, R. **Rewired: The McKinsey Guide to Outcompeting in the Age of Digital and AI**. New York: Wiley, 2023.
- LATIFAH, R.; BUDIYANTO, C. W.; SAPUTRO, H. Digital transformation readiness in education: A review. **International Journal of Information and Education Technology**, [s.l.], v. 12, n. 8, p. 809-815, 2022. DOI: 10.18178/ijiet.2022.12.8.1688.
- LEIST, S. *et al.* From Business Engineering to Digital Engineering: The Role of Metamodeling in Digital Transformation. Engineering the Transformation of the Enterprise: A Design Science Research Perspective. S. Aier, P. Rohner and J. Schelp. **Cham, Springer International Publishing**, [s.l.], p. 51-71, 2021.
- LEMAÎTRE, D. Current developments in the French engineering education system. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 42, n. 2, p. 131-141, 2017. DOI: 10.1080/03043797.2016.1249342.
- LEONG, Y. K. *et al.* Significance of industry 5.0. *In: SHOW, P. L.; CHEW, K. W.; LING, T. C. (ed.). The Prospect of Industry 5.0. Biomanufacturing*. [S.l.]: CRC Press, 2020. Ch. 2.2. p. 1-20.
- LEVIN, B. A. *et al.* Artificial Intelligence in Engineering Education. **Vysshee obrazovanie v Rossii – Higher Education**, Russia, v. 31, n. 7, 2022.

- LEVIN, I.; TSYBULSKY, D. The Constructionist Learning Approach in the Digital Age. **Creative Education**, [s.l.], n. 8, p. 2.463-2.475, 2017. Disponível em: <http://www.scirp.org/journal/ce>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- LI, Y. *et al.* Turned from knowledge-based to innovation-based: Introduction of Emerging Engineering Education in China. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**, [s.l.], p. 1-4, 2018.
- LIERE-NETHELER, K. *et al.* Drivers of Digital Transformation in Manufacturing. *In*: 51^o HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 2018. **Proceedings [...]**. [S.l.], 2018.
- LIU, D. *et al.* Resource Fit in Digital Transformation – Lessons Learned from the CBC Bank Global E-Banking Project. **Management Decision**, [s.l.], v. 49, n. 10, p. 1.728-1.742, 2011.
- LONGO, F.; PADOVANO, A.; UMBRELLO, S. Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future. **Applied Sciences**, [s.l.], v. 10, n. 12, p. 4.182-4.192, 2020.
- LUCENA, J. *et al.* Competencies Beyond Countries: The Re-Organization of Engineering Education in the United States, Europe, and Latin America. **Journal of Engineering Education**, Forthcoming, 2008.
- LUNA-REYES, L. F.; GIL-GARCIA, J. R. Digital Government Transformation and Internet Portals: The Co-Evolution of Technology, Organizations and Institutions. **Government Information Quarterly**, [s.l.], v. 31, p. 545-555, 2014.
- LYDON, B. **Industry 4.0**: Intelligent and flexible production. [S.l.]: InTech, 2016.
- MACHADO, A. A.; AMARAL, M. A. Uma análise crítica da competência cultura digital na Base Nacional Curricular Comum. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21034, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210034>.
- MAKAROVA, I. *et al.* Changes in Engineering Education in the Transition to a Digital Society, 2020. *In*: 21th INTERNATIONAL CARPATHIAN CONTROL CONFERENCE (ICCC), High Tatras, Slovakia, 2020, p. 1-6. **Anais [...]**. Slovakia, 2020. DOI: 10.1109/ICCC49264.2020.9257231.
- MAKAROVA, I.; SHUBENKOVA, K.; ANTOV, D. Digitalization of Engineering Education: From E-Learning to Smart Education. *In*: AUER, Michael E.; LANGMANN, Reinhard (org.). **Smart Industry & Smart Education**. [S.l.] : Springer, Cham, 2019. p. 32-41. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7_4. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-95678-7_4. Acesso em: 18 jun. 2021.
- MAKAROVA, I.; SHUBENKOVA, K.; PASHKEVICH, A. Blended learning technologies in the automotive industry specialists' training. *In*: 32nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS WORKSHOPS (WAINA) 2018, 2018 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA). **Anais [...]**. 2018, IEEE, 2018. p. 319-324. DOI: 10.1109/WAINA.2018.00105.
- MAKSIMOVIC, M.; DAVIDOVIC, N. The role of Digital Twin technology in transforming engineering education. *In*: 9th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION – TIE 2022, 16-18, September 2022. **Anais [...]**. [S.l.], 2022. DOI: 10.46793/TIE22.264M.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 251-266, Dec. 1995. Disponível

em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167923694000412>. Acesso em: 11 maio 2020.

MARIYA, Y. O.; AVDEYEVA, O. Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional versus Active Learning Methods of Instruction. **Political Science and Politics**, [s.l.], v. 6.037, July, 2008.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Proposições**, [s.l.], v. 29, n. 2 (87), p. 389-415, maio-ago. 2018. e-ISSN 1980-6248. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2015-0140>. Acesso em: 16 out. 2020.

MARUTSCHKE, D. M. *et al.* Smart education in an interconnected world: Virtual, collaborative, project-based courses to teach global software engineering. **Smart Innovation, Systems and Technologies**, [s.l.], p. 39-49, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-8260-4_4.

MATKOVIC, P. *et al.* Digital Transformation of Research Process at Higher Education Institutions. In: INTED2018 CONFERENCE 2018, Valencia. **Anais [...]**. Valencia, p. 9.467–9.472, 2018. DOI: 10.21125/inted.2018.2344.

MATT, C.; HESS, T.; BENLIAN, A. Digital Transformation Strategies. Digital Transformation Strategies. **Bus Inf Syst Eng**, [s.l.], v. 57, p. 339-343, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>.

McCLELLAND, D. Testing for Competence Rather Than for "Intelligence". **American Psychologist**, [s.l.], p. 1-14, January, 1973.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CNE – Conselho Nacional de Educação, CES – Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CP n. 03/2002, de 18 de dezembro de 2002**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a organização e o funcionamento dos cursos superiores de tecnologia. Brasília, Brasil: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-cne-cp-003-2002-12-18.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CNE – Conselho Nacional de Educação, CES – Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES n. 7, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei n. 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação – PNE 2014-2024 e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN72018.pdf. Acesso em: 31 mar. 2020.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CNE – Conselho Nacional de Educação, CES – Câmara de Educação Superior. Parecer MEC/CNE/CES n. 01/2019: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, ano 157, n. 77, p. 109-110, 23 jan. 2019a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: 14 set. 2020.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. CNE – Conselho Nacional de Educação, CES – Câmara de Educação Superior. **Resolução n. 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?>

option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 31 mar. 2020.

MENEGHETTI, F. Pragmatismo e os pragmáticos nos estudos organizacionais. **Cadernos EBAPE.BR**, [s.l.], v. 5, p. 1-13, 2007.

MERGEL, I.; EDELMANN, N.; HAUG, N. Defining digital transformation: Results from expert interviews. **Government Information Quarterly**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 101385, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X18304131>. Acesso em: 26 jan. 2021.

MERRIAM, Sharan B.; TISDELL, Elizabeth J. **Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation**. [S.l.]: Jossey-Bass, 2015. 346p.

MEZINI, F. V. **Lê uma mensagem de cada vez, com garantia da posição do turno**: uma abordagem para tentar evitar a sobrecarga de mensagens em sistemas de bate-papo. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

MIECZYSLAW, L. O.; PAWEL, W. A Note on Knowledge Management Education: Towards Implementing Active Learning Methods. IFIP International Workshop on Artificial Intelligence for Knowledge Management. **AI4KM 2018: Artificial Intelligence for Knowledge Management**, [s.l.], p. 124-140, 2018.

MITCHELL, J. E.; ROGERS, L. Staff perceptions of implementing project-based learning in engineering education. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 45, n. 3, p. 349-362, 2020. DOI: 10.1080/03043797.2019.1641471.

MIECZYSLAW, L. O.; PAWEL W., A Note on Knowledge Management Education: Towards Implementing Active Learning Methods. *In: 6th IFIP INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT (AI4KM)*, Jul 2018, Stockholm, Sweden. p.124-140. **Anais [...]**. Stockolmo, 2018. DOI: 10.1007/978-3-03052903-1_10.hal-03478008.

MIZDAIL, B. E. A Systems Perspective needed for Engineering Education. **Published Business**, [s.l.], 8 March, 2004.

MONISHA, M.; VALANTEENA, D. Digital Transformation in Education. **EPRA International Journal of Economic and Business**, [s.l.], v. 10, Issue 11, November 2022.

MORGADO, C. R. V. **Implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia**. Rio de Janeiro: Confederação Nacional da Indústria, 2020. 39 slides, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/b9/19/b91928a6-577b-4601-8616-4367ebf9e65f/claudia_morgado_ufrj.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.

MORRIS, E. T.; McADAMS, D. A. *A Review of Practical Design Integration Methods for Existing Engineering Curriculum*. *In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION*, Seattle, Washington. June 2015. **Anais [...]**. Seattle, Washington, 2015. DOI: 10.18260/p.2344.

MOTTA, G. S. Como escrever um bom Artigo Tecnológico? **RAC**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 1-5, 2017.

NADKARNI, S.; PRÜGL, R. Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. **Management Review Quarterly**, [s.l.], 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7>.

NATATAJAN, R. An Indian Perspective on Engineering Education Reform. **Journal of Engineering Education**, Washington, v. 97, ed. 4, p. 395-396, 2008.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Educating the Engineer of 2020**: Adapting Engineering Education to the New Century. [S.l.]: Editora National Academies Press, 2005. 208p. ISBN 0309096499, 9780309096492. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZF5YAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA114&dq=a+history+of+engineering+education&ots=0a3wHUyLpO&sig=hH8QqBOcX_my6cXxoiludzYWmu0#v=onepage&q=a%20history%20of%20engineering%20education&f=false. Acesso em: 11 maio 2020.

NEDIP – NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS. **Modelo PRODIP**. 2022. Disponível em: <https://nedip.ufsc.br/sessao/modelo-prodip-1>. Acesso em: 7 dez. 2022.

NETWORKING AND APPLICATIONS WORKSHOPS (WAINA) 2018, 2018 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA). **Anais [...]**. 2018. p. 319-324. DOI: 10.1109/WAINA.2018.00105.

NGULUBE, P. Trends in research methodological procedures used in knowledge management studies (2009-2013). **African Journal of Library, Archives and Information Science**, [s.l.], v. 24, n. 2, 2015.

NEAL, T. Book Review: Virtual reality in curriculum and pedagogy: Evidence from secondary classrooms. Erica Southgate. **Journal of Learning for Development**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 465-468, 2021.

NUSCHE, D.; MINEA-PIC, A. **ICT resources in school education**: What do we know from OECD work? [S.l.]: OECD, 2020. Disponível em: [https://one.oecd.org/document/EDU/WKP\(2020\)25/En/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/WKP(2020)25/En/pdf). Acesso em: 27 maio 2021.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **OECD Learning Compass 2030**: A Series of Concept Notes. Paris: OECD, 2019. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/2030-project>. Acesso em: 18 jun. 2021.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education 2030**: The Future of Education and Skills. Position paper, 2018. Disponível em: [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf). Acesso em: 18 jun. 2021.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education in Brazil**. 2021. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/60a667f7-en>. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/60a667f7-en>. Acesso em: 17 jun. 2021.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **PISA in Focus 2023/122 (June)**. How are education systems integrating creative thinking in schools? Programme for International Student Assessment. [S.l.]: OECD, 2023.

OFFICE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY. **Reimagining the Role of Technology in Education**: 2017 National Education Technology Plan Update. [S.l.]: U.S. Department of Education, 2017. Disponível em: <http://tech.ed.gov>. Acesso em: 14 out. 2020.

O'HEIR, J. From Education to Industry, More Students and Professional Engineers are Embracing a Mindset of Self-directed and Lifelong Learning. **Mechanical Engineering**, [s.l.], v. 143, n. 5, p. 38-43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.2021-Sept2>.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Certificação de Competências Profissionais – Relatos de Algumas Experiências Brasileiras**. 1. ed. Brasília: OIT, 2002. 304p.

OLIVEIRA, V. F. **As inovações nas atuais diretrizes para a Engenharia: estudo comparativo com as anteriores**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2019a.

OLIVEIRA, V. F. (org.). **A Engenharia e as novas DCNS: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019b. 312p.

OLIVEIRA, V. F. **Educação em Engenharia no Brasil: breve retrospecto**. Juiz de Fora: UFJF, 2004.

OLIVEIRA, S. D.; ROCHA, G. G. S., Ensino em tempos pandêmicos: reflexões acerca das competências digitais na formação inicial docente e os desafios no ensino remoto. **Revista de Educação Pública**, [s.l.], v. 21, n 4, fevereiro de 2021.

OLIVEIRA, R. P.; SOUZA, C. G.; REIS, A. C.; SOUZA, W. M. Gamification in E-Learning and Sustainability: A Theoretical Framework. **Sustainability**, v. 13, art. 11945, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132111945>.

OMELICHEVA, M. Y.; OLGA, A. Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional versus Active Learning Methods of Instruction. **Political Science and Politics**, [s.l.], v. 6.037, July, 2008.

OSIPOVA, S. I.; GAFUROVA, N. V.; OSIPOV, V. V. Development of Engineering Education According to Demands of World Standards, Advances in Economics, Business and Management Research, v. 47, 2018. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “FAR EAST CON” (ISC FEC 2018). **Proceedings** [...]. [S.l.], 2018.

OSTROM, E. Building Trust to Solve Commons Dilemmas: Taking Small Steps to Test an Evolving Theory of Collective Action. In: LEVIN, S. (ed.). **Games, Groups, and the Global Good**. Springer Series in Game Theory. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-85436-4_13.

PACHECO, R. C. S.; SANTOS, N.; WAHRHAFTIG, R. Transformação digital na Educação Superior: modos e impactos na universidade. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v. 12, n. 27, p. 94-128, set.-dez. 2020.

PEFFERS, K. E. A. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PEIXOTO, E. Cesar. **Report: Transformação Digital – 8 fundamentos para Impacto**. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: www.cesar.school/gned. Acesso em: 17 fev. 2023.

PEREIRA, A. G.; LIMA, T. M.; CHARRUA-SANTOS, F. Society 5.0 as a Result of the Technological Evolution: Historical Approach. In: AHRAM, T. *et al.* (ed.). **Human Interaction and Emerging Technologies: Advances in Intelligent Systems and Computing**. Springer, Cham: IHET 2019. v. 1.018.

PEREIRA, R.; SANTOS, N. Indústria 5.0: reflexões sobre uma nova abordagem paradigmática para a indústria. In: XLVI ENCONTRO DA ANPAD – EnANPAD, 2022. **Anais** [...]. [S.l.], 2022.

- PERRENOUD, P. **Dix nouvelles compétences pour enseigner**. 7th ed. Paris: ESF éditeur, 2013.
- PERRENOUD, P. **Construir as Competências desde a Escola**. Porto Alegre, Artmed Editora, 1999.
- PINTO, D. P.; PORTELA, J. C. O.; OLIVEIRA, V. F. **Diretrizes curriculares e mudança de foco no curso de engenharia**. [S.l.]: Cobenge, 2003.
- PRATA, A. T. Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia. **Revista ABCM Engenharia**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 16-22, 2019. ISSN 2237-9851. Disponível em: <https://abcm.org.br/app/webroot/uploads/ABCM2019completaspread.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- QADIR, J. Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education. *In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON)*, Kuwait, 2023, p. 1-9. **Anais [...]**. Kuwait, 2023. DOI: 10.1109/EDUCON54358.2023.10125121.
- RAMIREZ-MENDOZA, Ricardo A. *et al.* Engineering Education 4.0: Proposal for a new Curricula. *In: 2018 IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON) 2018*, Santa Cruz de Tenerife. **Anais [...]**. Santa Cruz de Tenerife: IEEE, 2018. p. 1.273-1.282.
- REIS, J. *et al.* Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research. *In: ROCHA, Á. et al.* (ed.). Trends and Advances. **Information Systems and Technologies, WorldCIST'18 2018, Advances in Intelligent Systems and Computing**, 2018. Springer, Cham, 2018. v. 745, p. 411-442. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41.
- CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CEB n. 4, de 8 de dezembro de 1999**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. 1999.
- CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução CNE/CEB n. 4/99. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 229, 22 de dezembro de 1999.
- RODRIGUES, J. C.; BARBOSA, G. A. Possibilidades para a modelagem da aprendizagem ativa no projeto pedagógico dos cursos de engenharia. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [s.l.], v. 3. n. 1, 2022.
- SACRISTÁN, G. 10 teses sobre a aparente utilidade das competências em educação. *In: SACRISTÁN, G. et al.* (org.). **Educar por Competências, o que há de novo?** [S.l.]: Artmed, 2011. p. 13 -63.
- SAEKI, H.; IMAIZUMI, S. **International comparative study: engineering education in India – South Asia Human Development Sector report n. 57**. Washington: World Bank, 2013.
- SALINAS-NAVARRO, D. E.; GARAY-RONDERO, C. L. Experiential learning for sustainable urban mobility in industrial engineering education. 2020. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY MANAGEMENT, OPERATIONS AND DECISIONS (ICTMOD)*, Marrakech, Morocco, 2020, p. 1-8. **Anais [...]**. Marrakech, 2020. DOI: 10.1109/ICTMOD49425.2020.9380594.
- SANTOS, N. **Transformação Digital na Formação dos Engenheiros**. Palestra realizada no Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC em 10 de maio de 2023.

- SANTOS, N. *et al.* (org.). **Relatório técnico científico da proposta da comissão de revisão do projeto pedagógico e formulação de nova matriz curricular do EGC/UFSC/ Universidade Federal de Santa Catarina**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. 1. ed. Florianópolis: EGC/UFSC, 2021. 309p.
- SANTOS, N.; VARVAKIS, G. R. **Fundamentos teóricos de gestão do conhecimento**. Pandion: Florianópolis, 2020. 114p.
- SCHEJBAL, D.; WILSON, D. The Value of Continuing Education. **Continuing Higher Education Review**, [s.l.], v. 72, p. 32-43, 2008.
- SCHNAID, F. *et al.* **Ensino da engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2006.
- SEABRA, A. C.; GRIMONI, J. A. B.; BERNUCCI, L. L. B. **Implantação das novas DCNs nos Cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP**. São Paulo: Confederação Nacional da Indústria, 2020. 27 slides, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/8f/57/8f57ce7b-548a-4522-ab44-8d3afa8fc31c/usp_antonio_seabra.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.
- SHAFEEK, H. Applying Lean Concepts in the Quality Control Systems of Engineering Education – A Case Study. *In*: 2019 INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING CONFERENCE, ISEC, Jeddah. **Anais [...]**. Jeddah: IEEE, 2019. DOI: 10.1109/IASec.2019.8686676.
- SHEAIL, P. Temporal flexibility in the digital university: full-time, part-time, flexitime. **Distance Education**, [s.l.], v. 39, n. 4, p. 462-479, 2018a. DOI: 10.1080/01587919.2018.1520039.
- SHEAIL, P. The digital university and the shifting time–space of the campus. **Learning, Media and Technology**, [s.l.], v. 43, n. 1, p. 56-69, 2018b. DOI: 10.1080/17439884.2017.1387139.
- SCHLEICHER, A. **The Impact of Covid-19 on Education: Insights from Education at a Glance 2020**. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- SCHEJBAL, D.; WILSON, D. The Value of Continuing Education. **Continuing Higher Education Review**, [s.l.], v. 72, p. 32-43, 2008.
- SHENG, Li. Innovations in Chinese engineering education with digital technologies: A brief review of recent advances. **Business Education, Computer Applications in Engineering Education**, [s.l.], 28 June, 2018.
- SHIEBER, Joseph, H. **Theories of Knowledge: How to Think about, What You Know**. The Great Courses: Chantilly, 2019.
- SHUFFLER, M. L.; CRONIN, M. A. The challenges of working with “real” teams: Introduction to the second installment. **Organizational Psychology Review**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 57-61, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/2041386620923165>.
- SHUFFLER, M. L.; SALAS, E.; ROSEN, M. A. The Evolution and Maturation of Teams in Organizations: Convergent Trends in the New Dynamic Science of Teams. **Frontiers in Psychology**, [s.l.], v. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02128>.
- SIEMENS, George. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, [s.l.], v. 2, n. 1, January, 2005.

- SIEMENS, George. **Knowing Knowledge**. 2006. v. 5. DOI: 10.2307/2102859. Disponível em: https://amysmooc.files.wordpress.com/2013/01/knowingknowledge_lowres-1.pdf. Acesso em: 29 nov. 2020.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.
- SILVA FILHO, L. C. P. **Projeto Inovador aproxima cursos de Engenharia e Sociedade**: Reunião virtual de lançamento do “Documento de apoio à implementação das novas diretrizes curriculares nacionais (DCNs) do curso de graduação em engenharia”. [S.l.]: Confederação Nacional da Indústria, 2020a. 20 *slides*, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/14/d614ba66-2e37-421e-acdd-13fa7f9886e2/luiz_carlos_projeto_inovador_aproxima_cursos_de_engenharia_e_sociedade.pdf. Acesso em: 15 jun. 2020.
- SILVA FILHO, L. C. P. **Experiência de Adaptação das novas DCNs na Escola de Engenharia da UFRGS**. [S.l.]: Confederação Nacional da Indústria, 2020b. 25 *slides*, color. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/ed/ae/edaea5af-d97f-4e7e-bdc1-919a62eaffce/ufrgs_luiz_carlos.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.
- SILVA, N. Transformação Digital: a 4ª Revolução Industrial. **Caderno Opinião, FGV Energia, Boletim Energético**, Brasília, DF, agosto de 2018.
- SOMMER, T. *et al.* A Web- Based Recommendation System for Engineering Education E-Learning Solutions. *In*: JESCHKE, Sabina; ISENHARDT, Ingrid; HEES, Frank; HENNING, Klaus (org.). **Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2015/2016**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2016. p. 463-475. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42620-4>.
- SOUTHGATE, E. **Virtual Reality in Curriculum and Pedagogy**: Evidence from Secondary Classrooms. Reino Unido: Routledge, 2020. p. 135. ISBN: 978-0-367-26202-0(hbk)/6(pbk)/2(ebk).
- SOUTHGATE, E. *et al.* Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organizational, and educational lessons in bridging research and practice. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [s.l.], v. 19, p. 19-29, March, 2019.
- SOUZA, Zilmar Rodrigues de; BIELLA, Jaime. **Currículo Baseado em Competências**. Natal: SESI, 2010. (Colaboração: José de Castro, Gilson Gomes de Medeiros, Ilane Ferreira Cavalcante, Artemilson Alves de Lima. Projeto SESI – Curso Currículo Contextualizado). Disponível em: <http://www.sesi.br>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- SPIRES, H. A.; MEDLOCK P. C.; KERKHOFF, S. N. Digital literacy for the 21st century. *In*: KHOSROW-POUR, M. D. B. A. (ed.). **Encyclopedia of information science and technology**. 4. ed. Hershey, PA: IGI, 2018. p. 2.235-2.242. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2255-3.ch194>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- SPANTE, M. *et al.* Digital competence and digital literacy in higher education research: Systematic review of concept use. **Cogent Education**, [s.l.], v. 5, Issue 1, 2018.
- SPECTOR, J. M., Smart learning futures: a report from the 3rd US-China smart education conference. **Smart Learning Environments**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 1-10, 2018. DOI: 10.1186/s40561-018-0054-1.
- SPRAGUE, John. **Theory of Knowledge, Third edition, Hodder Education**: London: [s.n.], 2014.

- STRANACK, K. The Connected Librarian: Using social media for “Do It Yourself” Professional Development. **Partnership: The Canadian Journal of Library and Information Practice and Research**, [s.l.], v. 7, n. 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21083/partnership.v7i1.1924>.
- STOAKLEY, A.; BROWN, N. J.; MATHEE, S. The role of a humanitarian focus in increasing gender diversity in engineering education [online]. In: HUDA, Nazmul *et al.* (ed.). **Annual Conference of The Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2017)**. Sydney: Australasian Association for Engineering Education, 2017. p. 438-446. ISBN: 9780646980263. Disponível em: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=391229255543888;res=IELENG>. Acesso em: 8 maio 2020.
- STOLTERMAN, E.; FORS, A. C. Information technology and the good life. In: KAPLAN, Bonnie *et al.* (org.). **Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice**. 1. ed. Boston: Springer, 2004. v. 143, p. 687-692. DOI: <https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-645>.
- SUKMONO, F. G.; JUNAEDI, F. G. Towards industry 5.0 in disaster mitigation in lombok island, Indonesia. **Jurnal Studi Komunikasi**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 553-564, 2020.
- SULEIMAN, M. M.; DANMUCHIKWALI, B. G. Digital Education: Opportunities, Threats, and Challenges. **Jurnal Evaluasi Pendidikan**, [s.l.], v. 11, n. 2, October, 2020, DOI:10.21009/10.21009/JEP.0126.
- SUN, H. Research on remote control method of assisted instruction based on machine learning. **International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning**, [s.l.], v. 31, n. 1, 2020.
- TABORDA, M. L. N. *et al.* Digital transformation model in the evaluation of engineering programs from an education 4.0 approach. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ACCREDITATION OF ENGINEERING AND COMPUTING EDUCATION (ICACIT), Lima, Peru, 2021, p. 1-5. **Anais [...]**. Peru, 2021. DOI: 10.1109/ICACIT53544.2021.9612494.
- THE. **Impact Rankings 2022**. Timer Higher Education. 2022a. Acesso em: nov. 2022. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/impactrankings>
- THE. **World University Rankings 2023**. Timer Higher Education. 2022b. Acesso em: nov. 2022b. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2023/world-ranking>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- TIKHOMIROV, V.; DNEPROVSKAYA, N.; YANKOVSKAYA, E. Three Dimensions of Smart Education. In: USKOV, Vladimir L.; HOWLETT, Robert J.; JAIN, Lakhmi C. (org.). **Smart Education and Smart E-Learning 2015**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 47-56.
- TINAJERO-VILLAVICENCIO, G.; PÉREZ-FRAGOSO, C. Engineering education: students’ voices on their professional training. **International Journal of Technical Research and Applications**, [s.l.], Special Issue, v. 20, p. 35-46, 2015.
- UNCTAD. Digital Economy Report. **Cross-border data flows and development: For whom the data low**. United Nations, Geneva, 2021.
- UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Apresentação da Escola (Engenharia)**. 2020a. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia/apresentacao/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Histórico**, 2020b. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/a-ufrgs/historico>. Acesso em: 29 dez. 2020.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Resolução n. 24/CUn/2019, de 17 de dezembro de 2019**. Aprova o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) para o período de 2020 a 2024 da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2019. Acesso em: 18 out. 2021. Disponível em: <https://pdi.ufsc.br/pdi-2020-2024/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Currículo do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica**. Departamento de Engenharia Mecânica. Sistema de Controle Acadêmico da Graduação (CAGR). 2006. Disponível em: <https://cagr.sistemas.ufsc.br/relatorios/curriculoCurso?curso=203>. Acesso em: nov. 2022.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Prorrogação do prazo de implantação de Diretrizes Curriculares**. 2021. Disponível em: <https://apoiocoordenadoriascursosgraduacao.paginas.ufsc.br/2020/12/29/prorrogacao-do-prazo-de-implantacao-de-diretrizes-curriculares/>. Acesso em: 7 fev. 2021.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Curricularização da extensão**: Perguntas frequentes. 2020. Disponível em: <https://curricularizacaodaextensao.ufsc.br/perguntas-frequentes/>. Acesso em: jan. 2021.

UNIVERSITIES OF THE FUTURE. **Relatório Estado de Maturidade**: Estado de Maturidade na Educação numa Perspectiva da Indústria 4.0. 2018. Disponível em: www.universitiesofthefuture.eu. Acesso em: 30 abr. 2020.

USKOV, Vladimir *et al.* Smart pedagogy: Innovative teaching and learning strategies in engineering education. *In*: EDUNINE 2018 – 2nd IEEE World Engineering Education Conference: The Role of Professional Associations in Contemporaneous Engineer Careers. **Proceedings** [...]. [S.l.], 2018. DOI: 10.1109/EDUNINE.2018.8450962.

USKOV, V. L. *et al.* Smart Pedagogy for Smart Universities. *In*: USKOV, Vladimir; HOWLETT, R.; JAIN, L. (org.). **Smart Education and e-Learning 2017**. Vilamoura: Springer, Cham, 2017a. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59451-4_1.

USKOV, V. L. *et al.* Building Smart Learning Analytics System for Smart University. *In*: USKOV, Vladimir; HOWLETT, R.; JAIN, L. (org.). **International Conference on Smart Education and Smart E-learning**. Vilamoura. Springer, Cham, 2017b. p. 191-204. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59451-4_19.

USKOV, V. L. *et al.* Smart University Taxonomy: Features, Components, Systems. *In*: USKOV, Vladimir; HOWLETT, R.; JAIN, L. (org.). **Smart Education and E-Learning**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 3-14.

USKOV, V. L. *et al.* Smart learning analytics: Conceptual modeling and agile engineering. **Smart Innovation, Systems and Technologies**, [s.l.], v. 99, p. 3-16, 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-92363-5_1.

VERMA, P.; SOOD, S. K.; KALRA, S, Student career path recommendation in engineering stream based on three-dimensional model. **Computer Applications in Engineering Education**, [s.l.], v. 25, p. 578-593, July, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.21822>.

VILAÇA, M. L. C.; ARAÚJO, E. V. F. (org.). **Tecnologia, Sociedade e Educação na Era Digital (livro digital)**. Duque de Caxias: Unigranrio, 2016.

- VOM BROCKE, J.; HEVNER, A.; MAEDCHE, A. Introduction to Design Science Research. *In: VOM BROCKE, J.; HEVNER, A.; MAEDCHE, A. (ed.). Design Science Research. Cases: Cham, 2020. p. 39-43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46781-4_1.*
- VOM BROCKE, J. *et al.* A. Accumulation and Evolution of Design Knowledge in Design Science Research – A Journey Through Time and Space. **Journals of the Association for Information Systems**, [s.l.], 2020.
- VOOGT, J. *et al.* Under which conditions does ICT have a positive effect on teaching and learning? A Call to Action. **Journal of Computer Assisted Learning**, [s.l.], v. 29, n. 1, February, 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2011.00453.x.
- VUORIKARI, R.; KLUZER, S.; PUNIE, Y. **DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes**, EUR 31006 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
- VUORIKARI, R. *et al.* DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1 – the Conceptual Reference Model. **Publications Office of the European Union**, [s.l.], 2016. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101254>. Acesso em: 27 maio 2023.
- VOSGERAU D. S. R. *et al.* **Reconception d'une formation à l'intégration des TIC à l'enseignement aa partir de l'analyse d'une pratique, de ses fonctionnalités et de ses dysfonctions**. 2005. 323p. Thèse (Philosophie Docteur – Option Technologie Éducationnelle) – Faculté des Études Supérieures, Université de Montréal, Montréal, 2004.
- VOSGERAU, D. S. A. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan.-abr. 2014.
- VOSGERAU, D. S. A. R. *et al.* O desafio da mobilização institucional rumo à avaliação por competências. **Revista Internacional de Aprendizaje en Educación Superior**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 59-78, 2020.
- WADE, M. *et al.* IMD – Digital Vortex 2021: Digital Disruption in a COVID World. **Global Center for Digital Transformation**, [s.l.], 2021.
- WEBER, R. Design-science research. **Research Methods: Information, Systems, and Contexts**, ed. 2, p. 267-288, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102220-7.00011-X>.
- WESTERMAN, G. Why digital transformation needs a heart. **MIT Sloan Management Review**, [s.l.], v. 58, n. 1, 2016. ISSN 15329194.
- WINBERG, C. *et al.* Developing employability in engineering education: a systematic review of the literature. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 165-180, 2020.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **New Vision for Education: Unlocking the potential of Technology Industry Agenda**. Geneva: Cologny, 2015. DOI: 10.1063/1.4938795.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2020**. Geneva: Cologny. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/digest>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **White Paper Digital Transformation of Industries: Consumer Industries**. [s.l.]: World Economic Forum, 2016. Disponível em: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp->

content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/digital-enterprise-narrative-final-january-2016.pdf. Acesso em: 2 jul. 2023.

WORLD BANK GROUP. **What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System**, 2021.

YE, H.; LI, C., Engineering Education Understanding Expert Decision System Research and Application. **Computational Intelligence and Neuroscience**, [s.l.], v. 2022, Article ID 9662301, p. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/9662301>.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Métodos para Ensinar Competências**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2020.

ZHAO, Y. *et al.* **The Impact of Gender and Years of Teaching Experience on College Teachers' Digital Competence: An Empirical Study on Teachers in Gansu Agricultural University**. *Sustainability*, 2021, 13, 4163. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13084163>.

ZEB, S. *et al.* **Industry 5.0 is Coming: A Survey on Intelligent NextG Wireless Networks as Technological Enablers**. 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2205.09084. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360698206_Industry_50_is_Coming_A_Survey_on_Intelligent_NextG_Wireless_Networks_as_Technological_Enablers. Acesso em: 10 jun. 2022.

ZENGIN, Y. *et al.* An investigation upon industry 4.0 and society 5.0 within the context of sustainable development goals. **Sustainability**, [s.l.], v. 13, n. 5, p. 2.682, 2021.

ANEXO A – ÁREAS, COMPETÊNCIAS E ELEMENTOS DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS (CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES) A SEREM ADQUIRIDOS PELOS FUTUROS ENGENHEIROS

Área de Competência 1: Letramento de Dados e Informações

Competências a serem desenvolvidas:

1.1 – Navegação, pesquisa e filtragem de dados, informações e conteúdos digitais:

Articular necessidades de informação, pesquisar dados, informações e conteúdos em ambientes digitais, acessá-los e navegar entre eles. Criar e atualizar estratégias de busca pessoal. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 1) Saber que algum conteúdo online no resultado da pesquisa pode não ser de acesso aberto ou disponível gratuitamente e pode exigir uma taxa ou inscrição em um serviço para acessá-lo.
- 2) Saber que o conteúdo online disponível para os usuários sem nenhum custo monetário geralmente é pago com publicidade ou com a venda dos dados do usuário.
- 3) Saber que os resultados de pesquisa, os fluxos de atividades de mídia social e as recomendações de conteúdo na Internet são influenciados por uma série de fatores. Esses fatores incluem os termos de pesquisa usados, o contexto (por exemplo, localização geográfica), o dispositivo (por exemplo, laptop ou celular), regulamentações locais (que às vezes ditam o que pode ou não ser exibido), o comportamento de outros usuários (por exemplo, pesquisas em alta ou recomendações) e o comportamento on-line anterior do usuário na Internet.
- 4) Saber que os mecanismos de pesquisa, mídia social e plataformas de conteúdo costumam usar algoritmos de IA para gerar respostas adaptadas ao usuário individual (por exemplo, usuários continuam para ver resultados ou conteúdos semelhantes). Isso geralmente é chamado de “personalização”. (IA)
- 5) Saber que os algoritmos de IA funcionam de maneiras que geralmente não são visíveis ou facilmente compreendidas pelos usuários. Isso geralmente é chamado de tomada de decisão de “caixa preta”, pois pode ser impossível rastrear como e por que um algoritmo faz sugestões ou previsões específicas. (IA)

Habilidades:

- 6) Saber-fazer a escolha do mecanismo de pesquisa que mais provavelmente atende às necessidades de informações de uma pessoa, pois diferentes mecanismos de pesquisa podem fornecer resultados diferentes, mesmo para a mesma consulta.
- 7) Saber como melhorar os resultados da pesquisa usando os recursos avançados de um mecanismo de pesquisa (por exemplo, especificando a frase exata, idioma, região, data da última atualização).
- 8) Saber como formular consultas de pesquisa para obter o resultado desejado ao interagir com agentes de conversação ou alto-falantes inteligentes (por exemplo, Siri, Alexa, Cortana, Google Assistant), por exemplo, reconhecendo que, para que o sistema possa responder conforme solicitado, a consulta deve ser inequívoca e falada com clareza para que o sistema possa responder. (AI)
- 9) Saber como o uso de informações apresentadas como hiperlinks, em forma não textual (por exemplo, fluxogramas, mapas de conhecimento) e em representações dinâmicas (por exemplo, dados).
- 10) Saber como o desenvolvimento de métodos de pesquisa eficazes para fins pessoais (por exemplo, para navegar em uma lista dos filmes mais populares) e fins profissionais (por exemplo, para encontrar anúncios de emprego apropriados).

- 11) Saber como lidar com a sobrecarga de informações e “infodemia” (ou seja, aumento de informações falsas ou enganosas durante um surto de doença) adaptando métodos e estratégias de busca pessoal.

Atitudes:

- 12) Saber evitar distrações intencionalmente e visa evitar a sobrecarga de informações ao acessar e navegar por informações, dados e conteúdos.
- 13) Saber usar ferramentas de valores projetadas para proteger a privacidade de pesquisa e outros direitos dos usuários (por exemplo, navegadores como o DuckDuckGo).
- 14) Saber pesar os benefícios e as desvantagens do uso de mecanismos de pesquisa orientados por IA (por exemplo, embora possam ajudar os usuários a encontrar as informações desejadas, podem comprometer a privacidade e os dados pessoais ou sujeitar o usuário a interesses comerciais). (IA)
- 15) Ter preocupação com o fato de que muitas informações e conteúdos on-line podem não estar acessíveis para pessoas com deficiência, por exemplo, para usuários que dependem da tela tecnologias de leitura para ler em voz alta o conteúdo de uma página web (DA).

1.2 – Avaliação de dados, informações e conteúdos digitais:

Analisar, comparar e avaliar criticamente a credibilidade e fiabilidade das fontes de dados, informação e conteúdos digitais. Analisar, interpretar e avaliar criticamente os dados, informações e conteúdos digitais. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 16) Saber quais os ambientes online contêm todos os tipos de informações e conteúdos, incluindo desinformação e desinformação, e mesmo que um tópico seja amplamente divulgado, isso não significa necessariamente que seja preciso.
- 17) Saber qual a diferença entre desinformação (informações falsas com a intenção de enganar as pessoas) e desinformação (informações falsas independentemente da intenção de enganar ou enganar as pessoas).
- 18) Saber qual a importância de identificar quem está por trás das informações encontradas na internet (por exemplo, nas mídias sociais) e verificá-las verificando várias fontes, para ajudar a reconhecer e entender o ponto de vista ou o viés por trás de determinadas informações e fontes de dados.
- 19) Saber quais são os possíveis vieses de informação causados por vários fatores (por exemplo, dados, algoritmos, escolhas editoriais, censura, limitações pessoais).
- 20) Saber que o termo “deep-fakes” se refere a imagens, vídeos ou gravações de áudio geradas por IA de eventos ou pessoas que realmente não aconteceram (por exemplo, discursos de políticos, rostos de celebridades em imagens pornográficas). Eles podem ser impossíveis de distinguir da coisa real. (IA)
- 21) Saber que os algoritmos de IA podem não ser configurados para fornecer apenas as informações que o usuário deseja; eles também podem incorporar uma mensagem comercial ou política (por exemplo, para incentivar os usuários a permanecer no site, assistir ou comprar algo específico, compartilhar opiniões específicas). Isso também pode ter consequências negativas (por exemplo, reprodução de estereótipos, compartilhamento de desinformação). (IA)
- 22) Saber que os dados, dos quais a IA depende, podem incluir vieses. Nesse caso, esses vieses podem se tornar automatizados e agravados pelo uso da IA. Por exemplo, os resultados da pesquisa sobre ocupação podem incluir estereótipos sobre empregos masculinos ou femininos (por exemplo, motoristas de ônibus, vendedoras). (IA)

Habilidades:

- 23) Saber-fazer, de forma cuidadosa, os principais/primeiros resultados de pesquisa em pesquisas baseadas em texto e em áudio, pois eles podem refletir interesses comerciais e outros, em vez de serem os resultados mais apropriados para a consulta.
- 24) Saber como diferenciar conteúdo patrocinado de outro conteúdo online (por exemplo, reconhecer anúncios e mensagens de marketing em mídias sociais ou mecanismos de pesquisa), mesmo que não seja marcado como patrocinado.
- 25) Saber como analisar e avaliar criticamente os resultados de pesquisa e os fluxos de atividade de mídia social, para identificar suas origens, para distinguir o relato de fatos da opinião e para determinar se os resultados são verdadeiros ou têm outras limitações (por exemplo, interesses econômicos, políticos, religiosos).
- 26) Saber como encontrar o autor ou a fonte da informação, para verificar se é credível (por exemplo, um especialista ou autoridade numa disciplina relevante).
- 27) Saber como reconhecer que alguns algoritmos de IA podem reforçar as visualizações existentes em ambientes digitais criando “câmaras de eco” ou “bolhas de filtro” (por exemplo, se um fluxo de mídia social favorecer uma determinada ideologia política, recomendações adicionais podem reforçar essa ideologia sem expô-la a argumentos opostos). (IA)

Atitudes:

- 28) Inclinado a fazer perguntas críticas para avaliar a qualidade da informação online e preocupado com os propósitos por trás da disseminação e amplificação da desinformação.
- 29) Disposto a verificar os fatos de uma informação e avaliar sua precisão, confiabilidade e autoridade, preferindo fontes primárias a fontes secundárias de informação sempre que possível.
- 30) Considera cuidadosamente o resultado possível antes de clicar em um link. Alguns links (por exemplo, títulos atraentes) podem ser “clickbait” que levam o usuário a conteúdo patrocinado ou indesejado (por exemplo, pornografia).

1.3 – Gestão de dados, informações e conteúdos digitais:

Para organizar, armazenar e recuperar dados, informações e conteúdos em ambientes digitais. Para organizá-los e processá-los em um ambiente estruturado. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 31) Saber que muitas aplicações na internet e telemóveis recolhem e tratam dados (dados pessoais, dados comportamentais e dados contextuais) que o utilizador pode aceder ou recuperar, por exemplo, para monitorizar as suas atividades online (e.g. cliques em redes sociais, pesquisas no Google) e off-line (por exemplo, passos diários, viagens de ônibus em transporte público).
- 32) Saber que, para que os dados (por exemplo, números, texto, imagens, sons) sejam processados por um programa, eles devem primeiro ser devidamente digitalizados (ou seja, codificados digitalmente).
- 33) Saber que os dados coletados e processados, por exemplo, por sistemas online, podem ser usados para reconhecer padrões (por exemplo, repetições) em novos dados (ou seja, outras imagens, sons, cliques do mouse, comportamentos online) para otimizar e personalizar ainda mais os serviços online (por exemplo, anúncios).
- 34) Saber que os sensores usados em muitas tecnologias e aplicativos digitais (por exemplo, câmeras de rastreamento facial, assistentes virtuais, tecnologias vestíveis, telefones celulares, dispositivos inteligentes) geram grandes quantidades de dados, incluindo dados pessoais, que podem ser usados para treinar um sistema de IA. (IA)
- 35) Saber que existem repositórios de dados abertos onde qualquer pessoa pode obter dados para apoiar algumas atividades de resolução de problemas (por exemplo, os cidadãos podem usar dados abertos para gerar mapas temáticos ou outros conteúdos digitais).

Habilidades:

- 36) Saber como coletar dados digitais usando ferramentas básicas, como formulários online, e apresentá-los de forma acessível (por exemplo, usando cabeçalhos em tabelas).
- 37) Saber como aplicar procedimentos estatísticos básicos a dados em um ambiente estruturado (por exemplo, planilha) para produzir gráficos e outras visualizações (por exemplo, histogramas, gráficos de barras, gráficos de pizza).
- 38) Saber como interagir com a visualização dinâmica de dados e poder manipular gráficos dinâmicos de interesse (por exemplo, conforme fornecido pelo Eurostat, sites do governo).
- 39) Saber como diferenciar entre diferentes tipos de locais de armazenamento (dispositivos locais, rede local, nuvem) que são os mais apropriados para uso (por exemplo, dados na nuvem estão disponíveis a qualquer hora e de qualquer lugar, mas têm implicações no tempo de acesso).
- 40) Saber como usar ferramentas de dados (por exemplo, bancos de dados, mineração de dados, software de análise) projetadas para gerenciar e organizar informações complexas, para apoiar a tomada de decisões e a resolução de problemas.

Atitudes:

- 41) Considera a transparência ao manipular e apresentar dados para garantir a confiabilidade e identifica dados que são expressos com base motivos (por exemplo, antiético, lucro, manipulação) ou de forma enganosa.
- 42) Cuidadoso com a precisão ao avaliar representações sofisticadas de dados (por exemplo, tabelas ou visualizações, pois podem ser usadas para enganar o julgamento de alguém, tentando dar uma falsa sensação de objetividade).

Área de Competência 2: Comunicação e Colaboração**Competências a serem desenvolvidas:****2.1 – Interação por meio das tecnologias digitais:**

Interagir através de uma variedade de tecnologias digitais e compreender os meios de comunicação digital apropriados para um determinado contexto. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 43) Saber que muitos serviços de comunicação (por exemplo, mensagens instantâneas) e mídias sociais são gratuitos porque são parcialmente pago por publicidade e monetização de dados do usuário.
- 44) Saber que muitos serviços de comunicação e ambientes digitais (por exemplo, mídias sociais) usam mecanismos como nudging, gamification e manipulação para influenciar o comportamento do usuário.
- 45) Saber quais ferramentas e serviços de comunicação (por exemplo, telefone, e-mail, videoconferência, rede social, podcast) são apropriados em circunstâncias específicas (por exemplo, síncronas, assíncronas), dependendo do público, contexto e finalidade da comunicação. Consciente de que algumas ferramentas e serviços também fornecem uma declaração de acessibilidade. (DA)
- 46) Saber qual a necessidade de formular mensagens em ambientes digitais de modo que sejam facilmente compreensíveis pelo público-alvo ou destinatário.

Habilidades:

- 47) Saber como usar uma variedade de recursos de videoconferência (por exemplo, moderar uma sessão, gravar áudio e vídeo).
 - 48) Saber como alcançar uma comunicação eficaz no modo assíncrono (não simultâneo) usando ferramentas digitais (por exemplo, para relatórios e briefings, compartilhamento de ideias, feedback e conselhos, agendamento de reuniões, comunicação de marcos).
- (RW)

- 49) Saber como usar ferramentas digitais para comunicação informal com colegas para desenvolver e manter relações sociais (por exemplo, para reproduzir conversas como as dos coffee breaks presenciais). (RW)
- 50) Saber como identificar sinais que indicam se alguém está se comunicando com um humano ou um agente de conversação baseado em IA (por exemplo, ao usar chatbots baseados em texto ou voz). (IA)
- 51) Saber como interagir e dar feedback ao sistema de IA (por exemplo, dando avaliações de usuário, curtidas, tags para conteúdo online) para influenciar o que ele recomenda a seguir (por exemplo, para obter mais recomendações sobre filmes semelhantes que o usuário gostou anteriormente). (IA)
- 52) Saber como equilibrar as atividades de comunicação assíncrona e síncrona (por exemplo, para minimizar a fadiga da videoconferência, para respeitar o tempo dos colegas de trabalho e o horário de trabalho preferido).

Atitudes:

- 53) Disposto a ouvir os outros e a se envolver em conversas online com confiança, clareza e reciprocidade, tanto em contextos pessoais quanto sociais.
- 54) Aberto a sistemas de IA que apoiem humanos para tomar decisões de acordo com seus objetivos (por exemplo, usuários decidindo ativamente se devem agir de acordo com uma recomendação ou não). (IA)
- 55) Disposto a adaptar uma estratégia de comunicação adequada dependendo da situação e da ferramenta digital: estratégias verbais (linguagem escrita, oral), estratégias não verbais (linguagem corporal, expressões faciais, tom de voz), estratégias visuais (sinais, ícones, ilustrações) ou estratégias mistas.

2.2 – Compartilhamento por meio de tecnologias digitais:

Para compartilhar dados, informações e conteúdo digital com outras pessoas por meio de tecnologias digitais apropriadas. Atuar como intermediário, conhecer as práticas de referência e atribuição. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 56) Saber que tudo o que alguém compartilha publicamente online (por exemplo, imagens, vídeos, sons) pode ser usado para treinar sistemas de IA. Por exemplo, empresas de software comercial que desenvolvem sistemas de reconhecimento facial de IA podem usar imagens pessoais compartilhadas online (por exemplo, fotos de família) para treinar e melhorar a capacidade do software de reconhecer automaticamente essas pessoas em outras imagens, o que pode não ser desejável (por exemplo, pode ser uma violação de privacidade). (IA)
- 57) Saber qual o papel e as responsabilidades do facilitador online para estruturar e orientar um grupo de discussão (por exemplo, como atuar como intermediário ao compartilhar informações e conteúdos digitais em ambientes digitais).

Habilidades:

- 58) Saber como compartilhar conteúdo digital (por exemplo, fotos) em vários dispositivos (por exemplo, de smartphones a serviços em nuvem).
- 59) Saber como compartilhar e mostrar informações do próprio dispositivo (por exemplo, mostrar gráficos de um laptop) para apoiar uma mensagem transmitida durante uma sessão online em tempo real (por exemplo, videoconferência). (RW)
- 60) Saber como selecionar e restringir com quem o conteúdo é compartilhado (por exemplo, dar acesso apenas a amigos nas redes sociais, permitir que apenas colegas de trabalho leiam e comentem um texto).

- 61) Saber como selecionar conteúdo em plataformas de compartilhamento de conteúdo para agregar valor para si e para os outros (por exemplo, compartilha listas de reprodução de música, compartilha comentários em serviços online).
- 62) Saber como reconhecer a fonte original e os autores do conteúdo compartilhado.
- 63) Saber como sinalizar ou denunciar desinformação e desinformação para checagem de fatos organizações e para plataformas de mídia social, a fim de impedir sua propagação.

Atitudes:

- 64) Disposto a compartilhar conhecimentos na internet, por exemplo, intervindo em fóruns online, contribuindo para a Wikipédia ou criando Recursos Educacionais Abertos.
- 65) Aberto a compartilhar conteúdo digital que possa ser interessante e útil para outras pessoas.
- 66) Inclinado a não compartilhar recursos digitais se não for capaz de citar seu autor ou fonte de maneira apropriada.

2.3 – Envolvendo-se na cidadania por meio das tecnologias digitais:

Participar da sociedade por meio do uso de serviços digitais públicos e privados. Buscar oportunidades de auto capacitação e de cidadania participativa por meio de tecnologias digitais apropriadas. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 67) Saber os diferentes tipos de serviços digitais na Internet: públicos (e.g. serviços para consulta de informação fiscal ou marcação de consultas no centro de saúde), serviços comunitários (e.g. repositórios de conhecimento como a Wikipédia, serviços de mapas como o Open Street Map, serviços de monitoramento ambiental, como Sensor Community) e serviços privados (por exemplo, e-commerce, banco online).
- 68) Saber que uma identificação eletrônica segura, (por exemplo, bilhetes de identidade que contenham certificados digitais), permite aos cidadãos aumentar a segurança na utilização de serviços online prestados pelo governo ou pelo setor privado.
- 69) Saber que todos os cidadãos da UE têm o direito de não estarem sujeitos a decisões totalmente automatizadas (por exemplo, se um sistema automático recusar um pedido de crédito, o cliente tem o direito de pedir que a decisão seja revista por uma pessoa). (IA)
- 70) Saber que, embora a aplicação de sistemas de IA em muitos domínios seja normalmente incontroversa (por exemplo, IA que ajuda a evitar as alterações climáticas), a IA que interage diretamente com seres humanos e toma decisões sobre a sua vida pode frequentemente ser controversa (por exemplo, software de triagem de currículos para recrutamento procedimentos, pontuação de exames que podem determinar o acesso à educação). (IA)
- 71) Saber que a IA per se não é boa nem ruim. O que determina se os resultados de um sistema de IA são positivos ou negativos para a sociedade é como o sistema de IA é projetado e usado, por quem e para quais propósitos. (IA)
- 72) Saber quais plataformas da sociedade civil na internet que oferecem oportunidades para os cidadãos participarem em ações que visam desenvolvimentos globais para alcançar objetivos de sustentabilidade a nível local, regional, nacional, europeu e internacional.
- 73) Saber o papel da mídia tradicional (por exemplo, jornais, televisão) e novas formas de mídia (por exemplo, mídia social, internet) nas sociedades democráticas.

Habilidades:

- 74) Saber como adquirir certificados junto de uma autoridade certificadora (CA) para efeitos de identificação eletrônica segura.
- 75) Saber como monitorar os gastos públicos do governo local e nacional (por exemplo, por meio de dados abertos no site do governo e portais de dados abertos).

- 76) Saber como identificar áreas onde a IA pode trazer benefícios para vários aspectos da vida cotidiana. Por exemplo, na área da saúde, a IA pode contribuir para o diagnóstico precoce, enquanto na agricultura pode ser usada para detectar infestações de pragas. (IA)
- 77) Saber como se envolver com outras pessoas por meio de tecnologias digitais para o desenvolvimento sustentável da sociedade (por exemplo, criar oportunidades para ação conjunta entre comunidades, setores e regiões com diferentes interesses em desafios de sustentabilidade) com uma consciência do potencial da tecnologia tanto para inclusão/participação quanto para exclusão.

Atitudes:

- 78) Disposto a mudar as próprias rotinas administrativas e adotar procedimentos digitais no trato com governo e serviços públicos.
- 79) Prontidão para contemplar questões éticas relacionadas a sistemas de IA (por exemplo, em quais contextos, como condenar criminosos, as recomendações de IA não devem ser usadas sem intervenção humana)? (IA)
- 80) Considera atitudes responsáveis e construtivas na internet como fundamento dos direitos humanos. Juntamente com valores como o respeito pela dignidade humana, liberdade, democracia e igualdade.
- 81) Proativo sobre o uso da internet e tecnologias digitais para buscar oportunidades de participação construtiva na tomada de decisão democrática e cívica atividades (por exemplo, participando de consultas organizadas pelo município, formuladores de políticas, ONGs; assinando uma petição usando uma plataforma digital).

2.4 – Colaborando por meio de tecnologias digitais:

Utilizar ferramentas e tecnologias digitais para processos colaborativos e para co-construção e cocriação de dados, recursos e conhecimentos. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 82) Saber as vantagens de usar ferramentas e tecnologias digitais para processos colaborativos remotos (por exemplo, tempo de deslocamento reduzido, juntar habilidades especializadas independentemente da localização).
- 83) Saber que, para cocriar conteúdo digital com outras pessoas, boas habilidades sociais (por exemplo, comunicação clara, capacidade de esclarecer mal-entendidos) são importantes para compensar as limitações da comunicação online.

Habilidades:

- 84) Saber como utilizar ferramentas digitais em contexto colaborativo para planejar e partilhar tarefas e responsabilidades num grupo de amigos, família ou equipa desportiva ou profissional (e.g. calendário digital, planificadores de viagens e atividades de lazer).
- 85) Saber como usar ferramentas digitais para facilitar e melhorar os processos colaborativos, por exemplo, através de quadros visuais compartilhados e telas digitais (por exemplo, Mural, Miro, Padlet).
- 86) Saber como se envolver de forma colaborativa em um wiki (por exemplo, negociar a abertura de uma nova entrada sobre um assunto que está faltando na Wikipedia para aumentar o conhecimento público).
- 87) Saber como usar ferramentas e tecnologias digitais em um contexto de trabalho remoto para geração de ideias e cocriação de conteúdo digital (por exemplo, mapas mentais compartilhados e quadros brancos, ferramentas de votação). (RW)
- 88) Saber como avaliar as vantagens e desvantagens dos aplicativos digitais para tornar a colaboração eficaz (por exemplo, o uso de espaços online para cocriação, ferramentas compartilhadas de gerenciamento de projetos).

Atitudes:

- 89) Encoraja todos a expressar suas próprias opiniões de forma construtiva ao colaborar em ambientes digitais.
- 90) Atua de maneira confiável para atingir os objetivos do grupo quando se envolve na construção conjunta de recursos ou conhecimento.
- 91) Inclinado a usar ferramentas digitais adequadas para promover a colaboração entre os membros de uma equipe e, ao mesmo tempo, garantir a acessibilidade digital. (DA)

2.5 – Netiqueta:

Conhecer normas de comportamento e know-how na utilização de tecnologias digitais e na interação em ambientes digitais. Adaptar estratégias de comunicação ao público específico e estar atento à diversidade cultural e geracional em ambientes digitais. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 92) Saber o significado de mensagens não verbais (por exemplo, rostos sorridentes, emojis) usadas em ambientes digitais (por exemplo, mídia social, mensagens instantâneas) e conhecendo que seu uso pode diferir culturalmente entre países e comunidades.
- 93) Saber da existência de algumas regras esperadas sobre o comportamento de alguém ao usar tecnologias digitais (por exemplo, usar fones de ouvido em vez de alto-falantes ao atender chamadas em locais públicos ou ouvir música).
- 94) Saber que comportamentos inadequados em ambientes digitais (por exemplo, embriaguez, intimidade excessiva e outros comportamentos sexualmente explícitos) podem prejudicar os aspectos sociais e pessoais da vida a longo prazo.
- 95) Saber que a adaptação do comportamento em ambientes digitais depende no relacionamento de alguém com outros participantes (por exemplo, amigos, colegas de trabalho, gerentes) e o propósito em que a comunicação ocorre (por exemplo, instruir, informar, persuadir, ordenar, entreter, indagar, socializar).
- 96) Saber dos requisitos de acessibilidade ao se comunicar em ambientes digitais para que a comunicação seja inclusiva e acessível para todos os usuários (por exemplo, para pessoas com deficiência, idosos, pessoas com baixo nível de alfabetização, falantes de outro idioma). (DA)

Habilidades:

- 97) Saber como parar de receber mensagens ou e-mails indesejados e perturbadores.
- 98) Saber controlar os próprios sentimentos ao conversar com outras pessoas na internet.
- 99) Saber como reconhecer mensagens ou atividades hostis ou depreciativas online que atacam certos indivíduos ou grupos de indivíduos (por exemplo, discurso de ódio).
- 100) Saber como gerenciar interações e conversas em diferentes contextos socioculturais e situações de domínio específico.

Atitudes:

- 101) Considera que é necessário definir e partilhar regras nas comunidades digitais (por exemplo, explicar códigos de conduta para criar, partilhar ou publicar conteúdos).
- 102) Inclinado a adotar uma perspectiva empática na comunicação (por exemplo, ser receptivo às emoções e experiências de outra pessoa, negociar divergências para construir e manter relacionamentos justos e respeitosos).
- 103) Aberto e respeitoso com as opiniões de pessoas na internet com diferentes culturas.

2.6 – Gerenciando a identidade digital:

Criar e gerir uma ou múltiplas identidades digitais, poder proteger a própria reputação, lidar com os dados que produz através de várias ferramentas, ambientes e serviços digitais. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 104) Saber que a identidade digital se refere ao método de autenticação de um usuário em um site ou serviço online e, também, a um conjunto de dados que identificam um usuário

por meio do rastreamento de suas atividades digitais, ações e contribuições na internet ou nos dispositivos digitais (por exemplo, páginas visualizadas, histórico de compras), dados pessoais (por exemplo, nome, nome de usuário, dados de perfil como idade, sexo, hobbies) e dados de contexto (por exemplo, localização geográfica).

- 105) Saber que os sistemas de IA coletam e processam vários tipos de dados do usuário (por exemplo, dados pessoais, dados comportamentais e dados contextuais) para criar perfis de usuário que são usados, por exemplo, para prever o que o usuário pode querer ver ou fazer a seguir (por exemplo, oferecer anúncios, recomendações, serviços). (IA)
- 106) Saber que, na UE, você tem o direito de solicitar aos administradores de um site ou mecanismo de pesquisa o acesso aos dados pessoais mantidos sobre você (direito de acesso), atualizá-los ou corrigi-los (direito de retificação) ou removê-los (direito de apagamento, também conhecido como Direito ao Esquecimento).
- 107) Saber que existem maneiras de limitar e gerenciar o rastreamento de suas atividades na Internet, como recursos de software (por exemplo, navegação privada, exclusão de cookies) e ferramentas de aprimoramento da privacidade e recursos de produtos/serviços (por exemplo, consentimento personalizado para cookies, desativação de anúncios personalizados).

Habilidades:

- 108) Saber como criar e gerir perfis em ambientes digitais para fins pessoais (por exemplo, participação cívica, comércio eletrônico, utilização de redes sociais) e profissionais (por exemplo, criar um perfil numa plataforma de emprego online).
- 109) Saber como adotar práticas de informação e comunicação de forma a construir uma identidade online positiva (e.g. adotando comportamentos saudáveis, seguros e éticos, como evitar estereótipos e consumismo).
- 110) Saber como conduzir uma pesquisa de nome individual ou familiar para inspecionar sua própria pegada digital em ambientes online (por exemplo, para detectar quaisquer postagens ou imagens potencialmente preocupantes, para exercer seus direitos legais).
- 111) Saber como verificar e modificar que tipo de metadados (por exemplo, local, hora) está incluído nas fotos que estão sendo compartilhadas para proteger a privacidade.
- 112) Saber quais estratégias usar para controlar, gerenciar ou excluir dados coletados/selecionados por sistemas online (por exemplo, manter o controle dos serviços usados, listar contas online, excluir contas que não estão em uso).
- 113) Saber como modificar as configurações do usuário (por exemplo, em aplicativos, software, plataformas digitais) para habilitar, impedir ou moderar o rastreamento do sistema de IA, coletando ou analisando dados (por exemplo, não permitindo que o celular rastreie a localização do usuário). (IA)

Atitudes:

- 114) Considera os benefícios (por exemplo, processo de autenticação rápido, preferências do usuário) e os riscos (por exemplo, ter identidades roubadas, dados pessoais explorados por terceiros) ao gerenciar uma ou várias identidades digitais em sistemas, aplicativos e serviços digitais.
- 115) Inclinado a verificar e selecionar os cookies do site a serem instalados (por exemplo, aceitando apenas cookies técnicos) quando o site oferece aos usuários essa opção.
- 116) Cuidado ao manter as informações pessoais de alguém e de outras pessoas privadas (por exemplo, férias ou fotos de aniversário; comentários religiosos ou políticos).
- 117) Identifica as implicações positivas e negativas do uso de todos os dados (coleta, codificação e processamento), mas especialmente dados pessoais, por tecnologias digitais orientadas por IA, como aplicativos e serviços online. (IA)

Área de Competência 3: Criação de Conteúdos Digitais

Competências a serem desenvolvidas:

3.1 – Desenvolvendo conteúdos digitais:

Criar e editar conteúdos digitais em diferentes formatos, expressar-se por intermédio de meios digitais. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 118) Saber que o conteúdo digital existe em formato digital e que existem muitos tipos diferentes de conteúdo digital (por exemplo, áudio, imagem, texto, vídeo, aplicativos) armazenados em vários formatos de arquivo digital.
- 119) Saber que os sistemas de IA podem ser usados para criar conteúdo digital automaticamente (por exemplo, textos, notícias, ensaios, tweets, música, imagens) usando o conteúdo digital existente como fonte. Tal conteúdo pode ser difícil de distinguir das criações humanas. (IA)
- 120) Saber que “acessibilidade digital” significa garantir que todos, incluindo pessoas com deficiência, possam usar e navegar na internet. A acessibilidade digital inclui sites acessíveis, arquivos e documentos digitais e outros aplicativos baseados na web (por exemplo, para serviços bancários on-line, acesso a serviços públicos e serviços de mensagens e videochamadas). (DA)
- 121) Saber que a realidade virtual (VR) e a realidade aumentada (AR) permitem novas formas de explorar ambientes simulados e interações dentro dos mundos digital e físico.

Habilidades:

- 122) Saber como usar ferramentas e técnicas para criar conteúdo digital acessível (por exemplo, adicionar texto ALT a imagens, tabelas e gráficos; criar uma estrutura de documento adequada e bem rotulada; usar fontes, cores e links acessíveis) (DA)
- 123) Saber como selecionar o formato apropriado para conteúdo digital de acordo com sua finalidade (por exemplo, salvar um documento em um formato editável versus um que não pode ser modificado, mas é facilmente impresso).
- 124) Saber como criar conteúdo digital para apoiar suas próprias ideias e opiniões (por exemplo, para produzir representações de dados, como visualizações interativas, usando conjuntos de dados básicos, como dados governamentais abertos).
- 125) Saber como criar conteúdo digital em plataformas abertas (por exemplo, criar e modificar texto em um ambiente wiki).
- 126) Saber como usar a Internet das Coisas (IoT) e dispositivos móveis para criar conteúdo digital (por exemplo, usar câmeras e microfones embutidos para produzir fotos ou vídeos).

Atitudes:

- 127) Inclinado a combinar vários tipos de conteúdo e dados digitais para melhor expressar fatos ou opiniões para uso pessoal e profissional.
- 128) Aberto a explorar caminhos alternativos para encontrar soluções para produzir conteúdo digital.
- 129) Inclinado a seguir padrões e diretrizes oficiais (por exemplo, WCAG 2.1 e EN 301 549) para testar a acessibilidade de um site, arquivos digitais, documentos, e-mails ou outros aplicativos baseados na web que alguém criou. (DA)

3.2 – Integração e reelaboração de conteúdos digitais:

Modificar, refinar, melhorar e integrar informação e conteúdo em um corpo de conhecimento existente para criar conteúdo e conhecimento novos, originais e relevantes. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 130) Saber que é possível integrar hardware (por exemplo, sensores, cabos, motores) e estruturas de software para desenvolver robôs programáveis e outros artefatos não digitais (por exemplo, Lego Mindstorms, Microbit, Raspberry Pi, EV3, Arduino, ROS).

Habilidades:

- 131) Saber como criar infográficos e cartazes combinando informações, conteúdo estatístico e recursos visuais usando aplicativos ou softwares disponíveis.
- 132) Saber como usar ferramentas e aplicativos (por exemplo, complementos, plug-ins, extensões) para aprimorar a acessibilidade digital de conteúdo digital (por exemplo, adicionar legendas em players de vídeo a uma apresentação gravada). (DA)
- 133) Saber como integrar tecnologias digitais, hardware e dados de sensores para criar um novo artefato (digital ou não digital) (por exemplo, makerspace e atividades de fabricação digital).
- 134) Saber como incorporar conteúdo digital editado/manipulado por IA em seu próprio trabalho (por exemplo, incorporar melodias geradas por IA em sua própria composição musical). Esse uso da IA pode ser controverso, pois levanta questões sobre o papel da IA nas obras de arte e, por exemplo, quem deve receber os créditos. (IA)

Atitudes:

- 135) Aberto para criar algo novo a partir de conteúdo digital existente usando processos de design iterativos (por exemplo, criar, testar, analisar e refinar ideias).
- 136) Inclinado a ajudar os outros a melhorar seu conteúdo digital (por exemplo, fornecendo feedback útil).
- 137) Inclinado a usar as ferramentas disponíveis para verificar se imagens ou vídeos foram modificados (por exemplo, por técnicas de deep-fake).

3.3 – Direitos autorais e licenças:

Para entender como direitos autorais e licenças se aplicam a dados, informações digitais e conteúdos. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 138) Saber que o conteúdo, bens e serviços digitais podem ser protegidos por direitos de propriedade intelectual (PI) (por exemplo, direitos autorais, marcas registradas, designs, patentes).
- 139) Saber que a criação de conteúdos digitais (e.g. imagens, textos, música) quando originais são considerados protegidos por direitos de autor logo que existam (proteção automática).
- 140) Saber que existem certas exceções de direitos autorais (por exemplo, uso para fins de ilustração para ensino, para caricatura, paródia, pastiche, para citação, uso privado).
- 141) Saber que diferentes modelos de licenciamento de software (por exemplo, software proprietário, gratuito e de código aberto) e que alguns tipos de licenças precisam ser renovados quando o período da licença expirar.
- 142) Saber das limitações legais de uso e compartilhamento de conteúdo digital (por exemplo, música, filmes, livros) e as possíveis consequências de ações ilegais (por exemplo, compartilhar conteúdo protegido por direitos autorais com outras pessoas pode dar origem a sanções legais).
- 143) Saber que existem mecanismos e métodos para bloquear ou limitar o acesso a conteúdo digital (por exemplo, senhas, bloqueio geográfico, Medidas Técnicas de Proteção, TPM).

Habilidades:

- 144) Saber como identificar e selecionar conteúdo digital para download ou upload legalmente (por exemplo, bancos de dados e ferramentas de domínio público, licenças abertas).
- 145) Saber como usar e compartilhar conteúdo digital legalmente (por exemplo, verifica os termos e condições e esquemas de licenciamento disponíveis, como os vários tipos de

Creative Commons) e sabe como avaliar se as limitações e exceções de direitos autorais se aplicam.

- 146) Saber como identificar quando os usos de conteúdo digital protegido por direitos autorais se enquadram no escopo de uma exceção de direitos autorais, sem consentimento prévio é necessário (por exemplo, professores e alunos na UE podem usar conteúdo protegido por direitos autorais para fins de ilustração para ensino).
- 147) Saber como verificar e compreender o direito de usar e/ou reutilizar o conteúdo digital criado por terceiros (por exemplo, conhece os esquemas de licenciamento coletivo e contata as organizações relevantes de gestão coletiva, entende as várias licenças Creative Commons).
- 148) Saber como escolher a estratégia mais adequada, incluindo o licenciamento, com a finalidade de compartilhar e proteger sua própria criação original (por exemplo, registrando-a em um sistema opcional de depósito de direitos autorais; escolhendo licenças abertas como Creative Commons).

Atitudes:

149. Respeitando os direitos que afetam os outros (por exemplo, propriedade, termos do contrato), usando apenas fontes legais para baixar conteúdo digital (por exemplo, filmes, músicas, livros) e, quando relevante, optando por software de código aberto.
- 150) Aberto para considerar se licenças abertas ou outros esquemas de licença são mais adequados ao produzir e publicar conteúdo e recursos digitais.

3.4 – Programação:

Planejar e desenvolver uma sequência de instruções compreensíveis para um sistema de computação resolver um determinado problema ou executar uma tarefa específica. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 151) Saber que os programas de computador são feitos de instruções, escritas de acordo com regras estritas em uma linguagem de programação.
- 152) Saber que as linguagens de programação fornecem estruturas que permitem que as instruções do programa sejam executadas em sequência, repetidamente ou apenas sob certas condições, e agrupá-las para definir novas instruções.
- 153) Saber que os programas são executados por dispositivos/sistemas de computação, capazes de interpretar e executar instruções automaticamente.
- 154) Saber que os programas produzem dados de saída dependendo dos dados de entrada e que entradas diferentes geralmente produzem saídas diferentes (por exemplo, uma calculadora fornecerá saída 8 para a entrada 3+5 e saída 15 para a entrada 7+8).
- 155) Saber que, para produzir sua saída, um programa armazena e manipula dados no sistema de computador que o executa e que às vezes se comporta de forma inesperada (por exemplo, comportamento defeituoso, mau funcionamento, vazamento de dados).
- 156) Saber que o projeto de um programa é baseado em um algoritmo, ou seja, um método passo a passo para produzir uma saída a partir de uma entrada.
- 157) Saber que os algoritmos e, conseqüentemente, os programas são projetados para ajudar a resolver problemas da vida real; os dados de entrada modelam as informações conhecidas sobre o problema, enquanto os dados de saída fornecem informações relevantes para a solução do problema. Existem diferentes algoritmos e, conseqüentemente, programas, resolvendo o mesmo problema.
- 158) Saber que qualquer programa requer tempo e espaço (recursos de hardware) para computar sua saída, dependendo do tamanho da entrada e/ou complexidade do problema.
- 159) Saber que existem problemas que não podem ser resolvidos exatamente por qualquer algoritmo conhecido em tempo razoável, portanto, na prática, eles são frequentemente

tratados por soluções aproximadas (por exemplo, sequenciamento de DNA, agrupamento de dados, previsão do tempo).

Habilidades:

- 160) Saber como combinar um conjunto de blocos de programa (por exemplo, como na ferramenta de programação visual Scratch), para resolver um problema.
- 161) Saber como detectar problemas em uma sequência de instruções e fazer alterações para resolvê-los (por exemplo, encontrar um erro no programa e corrigi-lo; detectar o motivo pelo qual o tempo de execução ou saída do programa não é o esperado).
- 162) Saber como identificar dados de entrada e saída em alguns programas simples.
- 163) Dado um programa, saber como reconhecer a ordem de execução das instruções e como a informação é processada.

Atitudes:

- 164) Disposto a aceitar que os algoritmos e, portanto, os programas, podem não ser perfeitos para resolver o problema que visam resolver.
- 165) Considera a ética (incluindo, entre outros, agência humana e supervisão, transparência, não discriminação, acessibilidade e preconceitos e justiça) como um dos pilares principais ao desenvolver ou implantar sistemas de IA.

Área de Competência 4: Cibersegurança

Competências a serem desenvolvidas:

4.1 – Proteção de dispositivos:

Proteger dispositivos e conteúdos digitais e compreender riscos e ameaças em ambientes digitais. Conhecer as medidas de segurança e proteção e ter o devido respeito pela confiabilidade e privacidade. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 166) Saber que usar diferentes senhas fortes para diferentes serviços online é uma forma de mitigar os efeitos negativos de uma conta sendo comprometida (por exemplo, hackeada).
- 167) Saber medidas para proteger dispositivos (por exemplo, senha, impressões digitais, criptografia) e impedir que outros (por exemplo, um ladrão, organização comercial, agência governamental) tenham acesso a todos os dados.
- 168) Saber da importância de manter o sistema operacional e os aplicativos (por exemplo, navegador) atualizados, a fim de corrigir vulnerabilidades de segurança e proteger contra software malicioso (ou seja, malware).
- 169) Saber que um firewall bloqueia certos tipos de tráfego de rede, visando prevenir diversos riscos de segurança (por exemplo, logins remotos).
- 170) Saber que os diferentes tipos de riscos em ambientes digitais, como roubo de identidade (por exemplo, alguém cometendo fraude ou outros crimes usando dados pessoais de outra pessoa), golpes (por exemplo, golpes financeiros em que as vítimas são induzidas a enviar dinheiro), ataques de malware (por exemplo, ransomware).

Habilidades:

- 171) Saber como adotar uma estratégia adequada de ciber-higiene em relação às senhas (por exemplo, selecionar senhas fortes e difíceis de adivinhar) e gerenciá-las com segurança (por exemplo, usando um gerenciador de senhas).
- 172) Saber como instalar e ativar software e serviços de proteção (por exemplo, antivírus, antimalware, firewall) para manter o conteúdo digital e os dados pessoais mais seguros.
- 173) Saber como ativar a autenticação de dois fatores quando disponível (por exemplo, usando senhas únicas, OTP ou códigos junto com credenciais de acesso).
- 174) Saber como verificar o tipo de dados pessoais a que uma aplicação acede no telemóvel e, com base nisso, decide se para instalá-lo e definir as configurações apropriadas.

- 175) Saber como criptografar dados confidenciais armazenados em um dispositivo pessoal ou em um serviço de armazenamento em nuvem.
- 176) Saber como responder adequadamente a uma violação de segurança (ou seja, um incidente que resulta em acesso não autorizado a dados digitais, aplicativos, redes ou dispositivos, vazamento de dados pessoais, como logins ou senhas).

Atitudes:

- 177) Vigilante para não deixar computadores ou dispositivos móveis sem vigilância em locais públicos (por exemplo, locais de trabalho compartilhados, restaurantes, trens, banco traseiro do carro).
- 178) Pesa os benefícios e riscos do uso de técnicas de identificação biométrica (por exemplo, impressão digital, imagens faciais), pois podem afetar a segurança de maneiras não intencionais. Se as informações biométricas vazarem ou forem hackeadas, elas serão comprometidas e poderão levar à fraude de identidade.
- 179) Ansioso para considerar alguns comportamentos de autoproteção, como não usar redes Wi-Fi abertas para fazer transações financeiras ou serviços bancários online.

4.2 – Proteção de dados pessoais e privacidade:

Proteger dados pessoais e privacidade em ambientes digitais. Para entender como usar e compartilhar informações de identificação pessoal, sendo capaz de proteger a si mesmo e aos outros de danos. Entender que os serviços digitais utilizam uma “Política de Privacidade” para informar como os dados pessoais são utilizados. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 180) Saber que a identificação eletrônica segura é um recurso fundamental projetado para permitir o compartilhamento mais seguro de dados pessoais com terceiros ao conduzir transações do setor público e privadas.
- 181) Saber que a “política de privacidade” de um aplicativo ou serviço deve explicar quais dados pessoais ele coleta (por exemplo, nome, marca do dispositivo, geolocalização do usuário) e se os dados são compartilhados com terceiros.
- 182) Saber que o processamento de dados pessoais está sujeito a regulamentos locais, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) da UE (por exemplo, interações de voz com um assistente virtual são dados pessoais nos termos do GDPR e podem expor os usuários a certa proteção de dados, riscos de privacidade e segurança). (IA)

Habilidades:

- 182) Saber identificar mensagens de e-mail suspeitas que tentam obter informações confidenciais (por exemplo, dados pessoais, identificação bancária) ou podem conter malware. Sabe que esses e-mails geralmente são projetados para enganar pessoas que não verificam com cuidado e, portanto, são mais suscetíveis a fraudes, contendo erros deliberados que impedem que pessoas vigilantes cliquem neles.
- 183) Saber aplicar medidas básicas de segurança em pagamentos online (por exemplo, nunca enviar uma digitalização de cartões de crédito ou fornecer o código PIN de um cartão de débito/pagamento/crédito).
- 184) Saber utilizar a identificação eletrônica para serviços prestados pelas entidades públicas ou serviços públicos (ex. preenchimento da ficha fiscal, candidatura a prestações sociais, pedido de certidões) e pelo setor empresarial, como bancos e serviços de transportes.
- 185) Saber utilizar os certificados digitais adquiridos junto das entidades certificadoras (por exemplo, certificados digitais para autenticação e assinatura digital armazenados nos bilhetes de identidade nacionais).

Atitudes:

187) Pesa os benefícios e riscos antes de permitir que terceiros processem dados pessoais (por exemplo, reconhece que um assistente de voz em um smartphone, que é usado para dar comandos a um aspirador de pó robô, poderia dar a terceiros - empresas, governos, cibercriminosos – acesso aos dados). (IA)

188) Confiante na realização de transações online após tomar medidas de segurança e proteção adequadas.

4.3 – Proteger a saúde e o bem-estar:

Ser capaz de evitar riscos para a saúde e ameaças ao bem-estar físico e psicológico durante o uso de tecnologias digitais. Ser capaz de proteger a si mesmo e aos outros de possíveis perigos em ambientes digitais (por exemplo, cyberbullying). Conhecer as tecnologias digitais para o bem-estar social e a inclusão social. Com os seguintes elementos de competências:

Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

189) Saber da importância de equilibrar o uso de tecnologias digitais com a não utilização como opção, uma vez que diversos fatores da vida digital podem impactar na saúde pessoal, no bem-estar e na satisfação com a vida.

190) Saber os sinais de dependência digital (por exemplo, perda de controle, sintomas de abstinência, regulação disfuncional do humor) e que a dependência digital pode causar danos físicos e psicológicos.

191) Saber que, para muitos aplicativos de saúde digital, não há procedimentos oficiais de licenciamento, como é o caso da medicina convencional.

192) Saber que algumas aplicações em dispositivos digitais (e.g. smartphones) podem apoiar a adoção de comportamentos saudáveis através da monitorização e alerta do utilizador sobre as condições de saúde (e.g. física, emocional, psicológica). No entanto, algumas ações ou imagens propostas por esses aplicativos também podem ter impactos negativos na saúde física ou mental (por exemplo, visualizar imagens corporais “idealizadas” pode causar ansiedade).

193) Saber que o cyberbullying é o bullying com o uso de tecnologias digitais (ou seja, um comportamento repetido com o objetivo de assustar, irritar ou envergonhar aqueles que são alvo).

194) Saber que o “efeito de desinibição online” é a falta de contenção que se sente ao se comunicar online em comparação com a comunicação pessoal. Isso pode levar a uma maior tendência para ataques on-line (por exemplo, linguagem ofensiva, postagem de insultos on-line) e comportamentos inadequados.

195) Saber que grupos vulneráveis (por exemplo, crianças, pessoas com habilidades sociais mais baixas e falta de apoio social presencial) correm maior risco de vitimização em ambientes digitais (por exemplo, cyberbullying, aliciamento).

196) Saber que as ferramentas digitais podem criar novas oportunidades de participação na sociedade para grupos vulneráveis (por exemplo, idosos, pessoas com necessidades especiais). No entanto, as ferramentas digitais também podem contribuir para o isolamento ou exclusão daqueles que não as utilizam.

Habilidades:

197) Saber aplicar, para si e para os outros, várias estratégias de monitorização e limitação da utilização digital (por exemplo, regras e acordos sobre tempos sem ecrã, atraso na disponibilização de dispositivos para crianças, instalação de limitação de tempo e software de filtro).

198) Saber reconhecer técnicas de experiência do usuário incorporadas (por exemplo, clickbait, gamification, nudging) projetadas para manipular e/ou enfraquecer a capacidade de alguém de controlar as decisões (por exemplo, fazer com que os usuários passem mais tempo em atividades online, incentivar o consumismo).

- 199) Saber aplicar e seguir estratégias de proteção para combater a vitimização online (por exemplo, bloquear o recebimento de novas mensagens do(s) remetente(s), não reagir/responder, encaminhar ou salvar mensagens como prova para procedimentos legais, excluir mensagens negativas para evitar a repetição da visualização).

Atitudes:

- 200) Inclinado a se concentrar no bem-estar físico e mental e evitar os impactos negativos da mídia digital (por exemplo, uso excessivo, vício, comportamento compulsivo).
- 201) Assume a responsabilidade pela proteção da saúde e segurança pessoal e coletiva ao avaliar os efeitos de produtos e serviços médicos e congêneres online, uma vez que a internet está repleta de informações falsas e potencialmente perigosas sobre saúde.
- 202) Desconfie da confiabilidade das recomendações (por exemplo, são de uma fonte respeitável) e suas intenções (por exemplo, elas realmente ajudam o usuário versus incentivam a usar o dispositivo mais para serem expostas à publicidade).

4.4 – Proteção do meio ambiente:

Proteger o meio ambiente do impacto das tecnologias digitais e seu uso. Estar ciente do impacto ambiental das tecnologias digitais e seu uso. Conhecer as tecnologias digitais para o bem-estar social e a inclusão social. Com os seguintes elementos de competências:

Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 203) Saber o impacto ambiental das práticas digitais cotidianas (por exemplo, streaming de vídeo que dependem da transferência de dados), e que o impacto é composto pelo uso de energia e emissões de carbono de dispositivos, infraestrutura de rede e data centers.
- 204) Saber o impacto ambiental da fabricação de dispositivos digitais e baterias (por exemplo, poluição e subprodutos tóxicos, consumo de energia) e que, no final de sua vida útil, tais dispositivos devem ser descartados adequadamente para minimizar seu impacto ambiental e habilitar a reutilização de componentes raros e caros e recursos naturais.
- 205) Saber que alguns componentes de dispositivos eletrônicos e digitais podem ser substituídos para prolongar sua vida útil ou desempenho, porém, alguns podem ser propositadamente projetados para deixar de funcionar corretamente após um determinado período (obsolescência programada).
- 206) Saber que os comportamentos “ecológicos” a seguir ao comprar dispositivos digitais, por ex. escolher produtos com menor consumo de energia durante o uso e stand-by, menos poluentes (produtos mais fáceis de desmontar e reciclar) e menos tóxicos (uso limitado de substâncias nocivas ao meio ambiente e à saúde).
- 207) Saber que as práticas de comércio eletrônico, como compra e entrega de bens físicos, têm impacto no meio ambiente (por exemplo, pegada de carbono do transporte, geração de resíduos).
- 208) Saber que as tecnologias digitais (incluindo as baseadas em IA) podem contribuir para a eficiência energética, por exemplo através da monitorização da necessidade de aquecimento doméstico e da otimização da sua gestão.
- 209) Saber que certas atividades (por exemplo, treinamento de IA e produção de criptomoedas como Bitcoin) são processos de uso intensivo de recursos em termos de dados e poder de computação. Portanto, o consumo de energia pode ser alto, o que também pode ter um alto impacto ambiental. (IA)

Habilidades:

- 210) Saber como aplicar estratégias eficientes de baixa tecnologia para proteger o meio ambiente, por ex. desligar dispositivos e desligar Wi-fi, não imprimir documentos, reparar e substituir componentes para evitar a substituição desnecessária de dispositivos digitais.
- 211) Saber como reduzir o consumo de energia dos aparelhos e serviços utilizados, por ex. alterar as configurações de qualidade dos serviços de streaming de vídeo, usar Wi-fi em

vez de conectividade de dados quando estiver em casa, fechar aplicativos, otimizar anexos de e-mail).

- 212) Saber como usar ferramentas digitais para melhorar o impacto ambiental e social do comportamento do consumidor (por exemplo, procurando produtos locais, procurando acordos coletivos e opções de carona para transporte).

Atitudes:

- 213) Procura maneiras pelas quais as tecnologias digitais podem ajudar a viver e consumir de uma forma que respeite a sustentabilidade da sociedade humana e do ambiente natural.
- 214) Busca informações sobre o impacto ambiental da tecnologia para influenciar o próprio comportamento e o de outras pessoas (por exemplo, amigos e família) para serem mais eco responsáveis em suas práticas digitais.
- 215) Considera o impacto geral do produto no planeta ao escolher meios digitais em vez de produtos físicos, por ex. ler um livro online não necessita de papel e assim os custos de transporte são baixos, no entanto, deve-se considerar dispositivos digitais incluindo componentes tóxicos e energia necessária para serem carregados.
- 216) Considera as consequências éticas dos sistemas de IA ao longo de seu ciclo de vida: eles incluem tanto o impacto ambiental (consequências ambientais da produção de dispositivos e serviços digitais) quanto o impacto social, por exemplo, plataformação do trabalho e gestão algorítmica que pode reprimir a privacidade ou os direitos dos trabalhadores; o uso de mão de obra de baixo custo para rotular imagens para treinar sistemas de IA. (IA)

Área de Competência 5: Resolução de Problemas

Competências a serem desenvolvidas:

5.1 – Resolução de problemas técnicos:

Identificar problemas técnicos na operação de dispositivos e no uso de ambientes digitais e resolvê-los (desde a resolução de problemas até a resolução de problemas mais complexos). Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 217) Saber as principais funções dos dispositivos digitais mais comuns (ex: computador, tablet, smartphone).
- 218) Saber algumas razões pelas quais um dispositivo digital pode não conseguir se conectar online (por exemplo, senha Wi-fi errada, modo avião ativado).
- 219) Saber que o poder de computação ou a capacidade de armazenamento podem ser melhorados para superar a rápida obsolescência do hardware (por exemplo, contratando energia ou armazenamento como um serviço).
- 220) Saber que as fontes mais frequentes de problemas na Internet das Coisas (IoT) e dispositivos móveis, e em seus aplicativos, estão relacionadas à conectividade/disponibilidade de rede, bateria/energia, poder de processamento limitado.
- 221) Saber que a IA é um produto da inteligência humana e da tomada de decisões (ou seja, os humanos escolhem, limpam e codificam os dados, eles projetam os algoritmos, treinam os modelos e selecionam e aplicam valores humanos aos resultados) e, portanto, não existe independentemente dos humanos. (IA)

Habilidades:

- 222) Saber como identificar e resolver um problema de câmera e/ou microfone durante uma reunião online.
- 223) Saber como verificar e solucionar problemas relacionados a dispositivos IoT interconectados e seus serviços.

224) Saber adotar uma abordagem passo a passo para identificar a raiz de um problema técnico (por exemplo, hardware versus software) e explorar várias soluções ao enfrentar um mau funcionamento técnico.

225) Saber buscar soluções na internet diante de um problema técnico

Atitudes:

226) Adota uma abordagem ativa e motivada pela curiosidade para explorar como as tecnologias digitais operam.

5.2 – Identificar necessidades e respostas tecnológicas:

Levantar necessidades e identificar, avaliar, selecionar e utilizar ferramentas digitais e possíveis respostas tecnológicas e resolvê-las. Para ajustar e personalizar ambientes digitais às necessidades pessoais (por exemplo, acessibilidade). Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

227) Saber que é possível comprar e vender bens e serviços na internet por meio de transações comerciais (por exemplo, comércio eletrônico) e transações entre consumidores (por exemplo, plataformas de compartilhamento). Diferentes regras (por exemplo, proteções legais do consumidor) se aplicam ao comprar online de uma empresa do que de uma pessoa física.

228) Saber identificar alguns exemplos de sistemas de IA: recomendações de produtos (por exemplo, em sites de compras online), reconhecimento de voz (por exemplo, por assistentes virtuais), reconhecimento de imagem (por exemplo, para detecção de tumores em raios-x) e reconhecimento facial (por exemplo, em sistemas de vigilância). (IA)

229) Saber que muitos artefatos não digitais podem ser criados usando impressora 3D (por exemplo, para imprimir peças de reposição para eletrodomésticos ou móveis).

230) Saber que as abordagens técnicas podem melhorar a inclusão e acessibilidade de conteúdos e serviços digitais, por ex. ferramentas como ampliação ou zoom e funcionalidade de conversão de texto em voz. (DA)

231) Saber que a tecnologia baseada em fala orientada por IA permite o uso de comandos falados que podem melhorar a acessibilidade de ferramentas e dispositivos digitais (por exemplo, para pessoas com mobilidade ou limitações visuais, cognição limitada, linguagem ou dificuldades de aprendizagem), no entanto, línguas faladas por populações menores muitas vezes não estão disponíveis, ou têm pior desempenho, devido à priorização comercial. (AI) (DA)

Habilidades:

232) Saber usar a internet para realizar transações (por exemplo, comprar, vender) e não comerciais (por exemplo, doar, presentear) de bens e serviços de todos os tipos.

233) Saber como e quando usar soluções de tradução automática (por exemplo, Google Tradutor, DeepL) e aplicativos de interpretação simultânea (por exemplo, iTranslate) para obter uma compreensão aproximada de um documento ou conversa. No entanto, também sabe que quando o conteúdo requer uma tradução precisa (por exemplo, em saúde, comércio ou diplomacia), uma tradução mais precisa pode ser necessária. (IA)

234) Saber como escolher ferramentas assistivas para acessar melhor informações e conteúdo online (por exemplo, leitores de tela, ferramentas de reconhecimento de voz) e aproveitar as opções de saída de voz para produzir fala (por exemplo, para ser usado por indivíduos que têm meios limitados ou nenhum meio para comunicar oralmente). (DA)

Atitudes:

235) Valoriza os benefícios de administrar finanças e transações financeiras por meios digitais, reconhecendo os riscos associados.

236) Aberto para explorar e identificar oportunidades criadas pelas tecnologias digitais para as necessidades pessoais (por exemplo, procurar aparelhos auditivos que combinem com

os seus dispositivos mais usados, como telefone, TV, câmera, alarme de fumaça). Consciente de que a dependência exclusiva de tecnologias digitais também pode representar riscos.

5.3 – Usando criativamente a tecnologia digital:

Utilizar ferramentas e tecnologias digitais para criar conhecimento e inovar processos e produtos. Envolver-se individual e coletivamente no processamento cognitivo para entender e resolver problemas conceituais e situações-problema em ambientes digitais. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 237) Saber que o envolvimento na resolução de problemas de forma colaborativa, online ou fora da tela, significa que se pode tirar proveito da variedade de conhecimentos, perspectivas e experiências de outras pessoas que podem levar a melhores resultados.
- 238) Saber que as tecnologias digitais e dispositivos eletrônicos podem ser usados como uma ferramenta para apoiar a inovação de novos processos e produtos, a fim de criar valor social, cultural e/ou econômico (por exemplo, inovação social). Ciente de que o que cria valor econômico pode colocar em risco ou aumentar o valor social ou cultural.
- 239) Saber que as aplicações da tecnologia da Internet das Coisas (IoT) têm potencial para serem usadas em muitos setores diferentes (por exemplo, saúde, agricultura, indústria, automóveis, atividades de ciência cidadã).

Habilidades:

- 240) Saber como usar as tecnologias digitais para ajudar a transformar sua ideia em ação (por exemplo, fazer um vídeo master para abrir um canal para compartilhar receitas e dicas de nutrição para um estilo alimentar específico).
- 241) Saber como identificar plataformas online que podem ser usadas para projetar, desenvolver e testar tecnologias IoT e aplicativos móveis.
- 242) Saber como planejar uma estratégia usando vários dispositivos IoT e móveis para implementar uma tarefa (por exemplo, usar um smartphone para otimizar o consumo de energia em uma sala, definindo a intensidade das luzes com base na hora do dia e na luz ambiente).
- 243) Saber como se envolver na resolução de problemas sociais por meio de soluções digitais, híbridas e não digitais para o problema (por exemplo, prever e planejar bancos de tempo online, sistemas de relatórios públicos, plataformas de compartilhamento de recursos).

Atitudes:

- 244) Disposto a participar de desafios e concursos destinados a resolver problemas intelectuais, sociais ou práticos por meio de tecnologias digitais (por exemplo, hackathons, ideias, bolsas, iniciação conjunta de projetos).
- 245) Motivado para coprojetar e cocriar novos produtos e serviços usando dispositivos digitais (ou seja, desenvolvimento do usuário final) para criar valor econômico ou social para outros (por exemplo, em makerspaces e outros espaços coletivos).
- 246) Aberto a participar de processos colaborativos para coprojetar e cocriar novos produtos e serviços baseados em sistemas de IA para apoiar e aprimorar a participação dos cidadãos na sociedade. (IA)

5.4 – Identificação de lacunas de competência digital:

Para entender onde a própria competência digital precisa ser melhorada ou atualizada. Ser capaz de apoiar outras pessoas no desenvolvimento de suas competências digitais. Buscar oportunidades de autodesenvolvimento e acompanhar a evolução digital. Com os seguintes elementos de competências: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes.

Conhecimentos:

- 247) Saber que ser digitalmente competente implica o uso confiante, crítico e responsável das tecnologias digitais para alcançar objetivos relacionados ao trabalho, aprendizado, lazer, inclusão e participação na sociedade.
- 248) Saber que as dificuldades sentidas na interação com as tecnologias digitais podem dever-se a questões técnicas, falta de confiança, lacuna de competência própria ou escolha inadequada da ferramenta digital para resolver o problema em questão.
- 249) Saber que as ferramentas digitais podem ser usadas para ajudar a identificar os interesses de aprendizagem e definir objetivos pessoais na vida (por exemplo, percursos de aprendizagem).
- 250) Saber que a aprendizagem online pode oferecer oportunidades (por exemplo, tutoriais em vídeo, seminários online, cursos mistos, cursos massivos online abertos) para se manter atualizado com os desenvolvimentos em tecnologias digitais e desenvolver novas habilidades digitais. Algumas oportunidades de aprendizado online também credenciam os resultados do aprendizado (por exemplo, por meio de microcredenciais, certificações).
- 251) Saber que a IA é um campo em constante evolução, cujo desenvolvimento e impacto ainda são muito incertos. (IA)

Habilidades:

- 252) Saber como obter feedback confiável sobre competência digital por meio de ferramentas de autoavaliação, testes de habilidades digitais e certificação.
- 253) Saber como refletir sobre o seu nível de competência e de fazer planos e tomar medidas para melhorar as competências (por exemplo, ingressando no curso de formação municipal em competência digital).
- 254) Saber como falar sobre a importância de reconhecer “notícias falsas” para outras pessoas (por exemplo, idosos, jovens), mostrando exemplos de fontes confiáveis de notícias e como diferenciar entre as duas.

Atitudes:

- 255) Tem disposição para continuar aprendendo, para se educar e se manter informado sobre IA (por exemplo, para entender como os algoritmos de IA funcionam; para entender como a tomada de decisão automática pode ser tendenciosa; para distinguir entre IA realista e irreal; e para entender a diferença entre Inteligência Artificial Estreita, ou seja, a IA de hoje capaz de tarefas restritas, como jogos, e Inteligência Artificial Geral, ou seja, IA que supera a inteligência humana, que ainda permanece ficção científica). (IA)
- 256) Aberto a pedir para ser ensinado a usar um aplicativo (por exemplo, como marcar uma consulta médica pela internet) em vez de delegar a tarefa a outra pessoa.
- 257) Disposto a ajudar os outros a melhorar suas competências digitais, aproveitando seus pontos fortes e atenuando seus pontos fracos.
- 258) Não desanima com o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas, mas acredita que sempre se pode aprender mais sobre como a tecnologia pode ser usada na sociedade atual.
- 259) Disposição para valorizar o próprio potencial, assim como o potencial dos outros, para aprender continuamente usando as tecnologias digitais como um processo ao longo da vida que requer abertura, curiosidade e determinação.

ANEXO B – CURRÍCULO EMC 2006.1



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
 Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Documentação: Renovação de Reconhecimento do Curso pela Portaria nº 111 de 04/02/2021 e Publicada no D. O. U em 05/02/2021. Curso reconhecido pelo Decreto Federal 75774, de 26/05/1975, publicado no Diário Oficial da União de 27/05/1975. Decreto Criação n. 3.849 de 18/12/60 da Presidência da República. Parecer nº 24/75. Curso Reconhecido pela Portaria nº 1.097 de 24.12.2015 e Publicado no D.O.U em 30.12.2015. Reconhecimento renovado pela Secretaria de Educação Superior, portaria nº 278 de 19/03/2010, DOU 22/03/2010.

Objetivo: O curso de graduação em engenharia mecânica visa o estudo dos princípios gerais da mecânica, que permitem descrever o comportamento e o movimento dos sólidos e fluidos e suas interações. Esses estudos, baseados em observação experimental e na modelação matemática, dão ao engenheiro mecânico a capacidade de analisar, simplificar e resolver problemas nas áreas clássicas da engenharia mecânica, como processos de fabricação, automação e robótica, sistemas térmicos, sistemas mecânicos, e também o preparam para atuar de forma interdisciplinar nas áreas de engenharia aeroespacial, automobilística, naval, oceânica, química, ambiental, metalúrgica, materiais, entre outras. O curso de engenharia mecânica da ufsc é também reconhecido por formar profissionais capacitados para atuar na área de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e para estudos de pós-graduação.

Titulação: Engenheiro Mecânico

Diplomado em: Engenharia, área Mecânica, habilitação Engenharia Mecânica

Período de Conclusão do Curso: Mínimo: 6 semestres Máximo: 18 semestres

Carga Horária Obrigatória: UFSC: 4374 H/A CNE: 4320 H
 Oportivas Profissionais: 576 H/A

Número de aulas semanais: Mínimo: 13 Máximo: 29

Coordenador do Curso: Prof. Dr. Carlos Enrique Niño Bohórquez
Telefone: 37219267



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 01

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
<p>Introdução sobre o funcionamento do sistema visual humano; Formas de visualização humana; Sistema de projeção ortogonal Mongeano; Elementos básicos de construção - ponto, reta, e plano; Mecanismos de determinação de verdadeira grandeza - Rebatismo e Mudança de plano; Construção de objetos (modelagem) envolvendo, intersecção, secção e planificação.</p> <p>EGR5213 Representação Gráfica Espacial</p>	Ob	54	3			
<p>Palestras sobre Engenharia Mecânica. Funções do engenheiro no contexto tecnológico e social. Palestras sobre o curso, seu currículo e suas normas. Visita aos laboratórios; apresentação dos equipamentos básicos, sua nomenclatura, e demonstrações dos principais processos. Ferramentas da Engenharia.</p> <p>EMC5004 Introdução à Engenharia Mecânica</p>	Ob	72	4			
<p>Estequiometria, mol. Combustão. Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos. Estrutura química de polímeros. Cristalinidade. Propriedades químicas. Propriedades mecânicas. Principais polímeros de uso geral. Siderurgia: obtenção do ferro gusa e do aço. Aços especiais. Oxidação-redução. Equação de Nernst. Corrosão metálica. Tratamento de águas para caldeiras.</p> <p>EQA5116 Química Tecnológica</p>	Ob	72	4			
<p>Introdução aos conceitos fundamentais da cinemática, dinâmica e estática. Leis de conservação da energia e do momento linear.</p> <p>FSC5101 Física I</p>	Ob	72	4	FSC5102		
<p>Noções de sistemas de computação. Formulação de algoritmos e sua representação. Noções sobre linguagem de programação e programas. Implementação prática de algoritmos em uma linguagem de programação. Descrição de algumas aplicações típicas. Métodos computacionais na área científica e tecnológica.</p> <p>INE5201 Introdução à Ciência da Computação</p>	Ob	54	3	INE5231		
<p>Cálculo de funções de uma variável real: limites; continuidade; derivada; aplicações da derivada (taxas de variação, retas tangentes e normais, problemas de otimização e máximos e mínimos); integral definida e indefinida.</p> <p>MTM3110 Cálculo 1</p>	Ob	72	4	(MTM3101 ou MTM5115 ou MTM5161 ou MTM5183)		



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 02

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Introdução ao desenho à mão livre. Normas para o desenho. Técnicas fundamentais de traçado à mão livre. Vistas ortogonais e auxiliares. Perspectivas isométricas e cavalarias. Cotagem. Escalas. Indicação do estado de superfícies. Tolerâncias e ajustes mecânicos. Introdução ao CAD. Conceitos básicos e tipos de modelagem. Sistemas de coordenadas e de entrada de dados. Estratégias de criação de modelos. Comandos de construção, edição e visualização de modelos. Vistas seccionais. Representação de elementos de máquina. Desenho dos elementos de união. Desenho dos elementos de transmissão. Noções de projeto e de representação de conjuntos e detalhes mecânicos.						
EGR5214	Desenho e Modelagem Geométrica	Ob	108	6	(EGR5604 e/ou EGR5623)	EGR5213
Estudo da Cinemática e Dinâmica da rotação de corpos rígidos. Oscilações e ondas Mecânicas(som). Estática e Dinâmica dos Fluidos. Noções sobre temperatura, calor, princípios da Termodinâmica e teoria cinética dos gases.						
EMC5132	Estática	Ob	72	4	(FSC5050 ou FSC5103)	(FSC5101 e/ou MTM3110) ou (FSC5101 e/ou MTM5161) ou (FSC5102 e/ou MTM5161) ou (FSC5101 e/ou MTM3101) ou (FSC5102 e/ou MTM3101)
Complementação dos conteúdos de mecânica, acústica, termologia. Obtida através de montagem e realização de experiências, em número de 12 (doze), versando sobre os tópicos acima.						
FSC5002	Física II	Ob	72	4	(FSC5112 ou FSC5132 ou FSC5137)	(FSC5101 e/ou MTM3110) ou (FSC5101 e/ou MTM5161) ou (FSC5102 e/ou MTM5161) ou (FSC5101 e/ou MTM3101) ou (FSC5102 e/ou MTM3101)
-Aplicações da integral definida. Técnicas de integração (por partes, substituição trigonométrica, frações parciais). Integral imprópria. Álgebra vetorial. Estudo da reta e do plano. Curvas planas. Superfícies. Funções de várias variáveis. Derivadas parciais. Máximos e mínimos de funções de duas variáveis.						
FSC5122	Física Experimental I	Ob	54	3	(FSC5122 ou FSC5124)	
-Matrizes. Determinantes. Sistemas lineares. Espaço vetorial real. Produto interno. Transformações lineares. Autovalores e autovetores de um operador linear. Diagonalização. Aplicações da Álgebra Linear.						
MTM3120	Cálculo 2	Ob	72	4	(MTM3102 e/ou MTM3111) ou (MTM3102 e/ou MTM5512) ou (MTM5162 e/ou MTM5512) ou (MTM3111 e/ou MTM5162) ou (MTM5116 e/ou MTM5184)	(MTM3101) ou (MTM3110) ou (MTM5161) ou
MTM3121	Álgebra Linear	Ob	72	4	(MTM3112 ou MTM5245) ou (MTM5247)	



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 03

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
<p>Conceitos de projeto: Concepção, projeto preliminar, projeto detalhado, análise. Tipos de análise: Análise experimental, análise por simulação com modelos. Tipos de modelos: Modelos mecânicos, modelos matemáticos, modelos numéricos. Tipos de modelos usados em Mecânica dos Sólidos: barras, vigas, placas, cascas, sólidos. Identificação e idealização dos modelos quanto a sua forma geométrica, carregamento, materiais e condições de contorno. Solicitações internas. Reações. Diagramas. Esforços em treliças. Tensões. Estados de tensão. Equações diferenciais de equilíbrio. Transformação de tensões e deformações. Critérios de falha: Tensões uniaxiais, pinos, colunas, tensões em treliças. Deformações, definições, relações deformação-deslocamento. Transformação de deformações. Diagramas tensão-deformação, Lei de Hooke. Deformações axiais em barras e problemas hiperestáticos em barras. Flexão simples plana, oblíqua, seções assimétricas. Cisalhamento em vigas longas. Torção. Solicitações compostas.</p>						
EMC5128	Mecânica dos Sólidos A	Ob	72	4		(EMC5132 eh MTM3121)
<p>Materiais e Engenharia. Ligações químicas e seu efeito nas propriedades dos principais Materiais de Engenharia. Estruturas Cristalinas. Defeitos em Sólidos. Difusão em Sólidos. Propriedades Mecânicas dos Metais. Falhas em Metais. Diagramas de Equilíbrio. Análise microestrutural de Materiais. Principais processamentos de materiais metálicos e sua correlação com microestrutura e propriedades resultantes no material. Transformações de fases em metais: reações peritítica, bainítica e martensítica. Tratamentos térmicos em metais: recozimento, normalização, têmpera, revenido, solubilização e precipitação. Estrutura, Propriedades e Processamento de Cerâmicas de Alto Desempenho. Estrutura, Propriedades e Processamento de Plásticos de Engenharia. Noções de Propriedades e Processamento de Metais.</p>						
EMC5201	Materiais de Engenharia	Ob	72	4	(EMC5101 eh EMC5102)	EQA5116
<p>O papel da estatística na Engenharia. Probabilidade e estatística: principais distribuições de probabilidade, histograma, medidas de tendência central e dispersão, inferências relativas à média e à variância, dependência estatística, regressão e correlação. Metrologia: sistema internacional de unidades, erros e incertezas de medição, combinação e propagação de incertezas, calibração e rastreabilidade, sistema generalizado de medição, características de sistemas de medição, resultado da medição, garantia da qualidade, metrologia e cidadania: a proteção do consumidor.</p>						
EMC5223	Estatística e Metrologia para Engenheiros	Ob	72	4	(EMC5222 eh INE5108)	(MTM3101 ou MTM3110 ou MTM5161)
<p>Origens da termodinâmica: aspectos históricos. Conceitos básicos. Primeira lei. Segunda lei. Entropia. Equilíbrio termodinâmico (sistemas homogêneos, relações de Maxwell, relações envolvendo entalpia, energia interna e entropia; fator de compressibilidade isotérmica e coeficiente de compressibilidade volumétrica, comportamento de gases reais e equações de estado, diagrama generalizado para variações de entalpia a temperatura constante; diagrama generalizado para variações de entropia a temperatura constante; desenvolvimento de tabelas de propriedades termodinâmicas a partir de dados experimentais). Transições de fase.</p>						
EMC5405	Fundamentos da Termodinâmica	Ob	72	4	EMC5401	(FSC5002 eh MTM3120) ou (FSC5112 eh FSC5137 eh MTM5162) ou (FSC5112 eh FSC5137 eh MTM3101)
<p>Erros e Sistemas de Numeração. Solução de equações algébricas e transcendentais. Solução de equações polinomiais. Sistemas de equações lineares e não lineares. Interpolação. Ajustamento de curvas. Integração numérica. Solução numérica de equações diferenciais ordinárias e sistemas de equações diferenciais.</p>						
INE5202	Cálculo Numérico em Computadores	Ob	72	4	INE5232	(INE5201 ou INE5231)
<p>Integração múltipla: integrais duplas e triplas. Noções de cálculo vetorial: curvas e superfícies. Campos escalares e vetoriais. Integrais de linha e de superfícies. Teoremas de Green, Stokes e da Divergência.</p>						
MTM3103	Cálculo 3	Ob	72	4	(MTM5117 ou MTM5163 ou MTM5803)	(MTM3102 ou MTM3120 ou MTM5162)
<p>Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Equações diferenciais ordinárias lineares homogêneas de ordem n. Equações diferenciais ordinárias lineares não homogêneas de ordem 2. Noções gerais de Transformada de Laplace. Sistemas de Equações Diferenciais.</p>						
MTM3131	Equações Diferenciais Ordinárias	Ob	72	4	(MTM3102 ou MTM5117 ou MTM5163)	(MTM3120 eh MTM3121) ou (MTM3101 ou MTM5162)



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 04

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5138 Mecânica dos Sólidos B	Ob	108	6	(EMC5121 eh EMC5129)	EMC5128	
Introduzir conceitos de campos de deslocamentos, de tensões e de energia de deformação e aplicá-los através das equações fundamentais da mecânica dos sólidos; equações cinemáticas, de equilíbrio, constitutiva elástica, e identificação de condições de contorno em problemas mecânicos. Campos de tensão em cascas cilíndricas e esféricas delgadas. Solução do problema de flexão de vigas isostáticas e hiperestáticas pelo método da integração da equação diferencial de equilíbrio. Flambagem elástica e inelástica de barras. Introdução ao método de elementos finitos de barras e vigas em estruturas planas e espaciais. Fornecer aos alunos uma visão integrada do problema de falha de um sistema mecânico. Definição de modo de falha. Teoria de fadiga de metais por nucleação de trinca. Curva tensão-vida. Concentração de tensões em entalhes. Efeito de tensão média. Tensões plásticas de flexão de vigas. Efeitos de tensões residuais na vida de fadiga.						
EMC5302 Metodologia de Projeto em Engenharia Mecânica	Ob	72	4		(EGR5214 eh EMC5004)	
Introdução: contexto e importância do projeto de produtos; modelos do processo e planejamento do projeto de produtos; métodos e ferramentas para a especificação de problemas de projeto e de concepção de produtos; projeto preliminar; modelagem, análise e simulação de soluções de projeto; projeto detalhado; construção e teste de protótipos.						
EMC5361 Dinâmica de Corpos Rígidos	Ob	72	4	FSC5207	(FSC5101 eh MTM3120) ou (FSC5101 eh MTM5162) ou (FSC5102 eh MTM5182) ou (FSC5101 eh MTM3102) ou (FSC5102 eh MTM3102)	
Conceitos Fundamentais; Estática dos Fluidos; Formulações Integral e Diferencial de Leis de Conservação; escoamento invíscido incompressível; Análise Dimensional e Semelhança; Escoamento Interno Viscoso Incompressível.						
EMC5407 Mecânica dos Fluidos I	Ob	72	4	EMC5445	(EMC5401 ou EMC5405) eh (EMC5132 ou FSC5050 ou FSC5103) ou (MTM3103 ou MTM5117 ou MTM5163 ou MTM5803)	
Energia disponível, trabalho reversível e irreversibilidade; disponibilidade e eficiência de acordo com a segunda lei da termodinâmica; equação do balanço de energia. Ciclos de potência; co-geração; ciclos motores e ciclos de refrigeração. Considerações gerais e misturas de gases perfeitos; misturas compostas por gases e um vapor; primeira lei da termodinâmica aplicada às misturas de gás e vapor; processo de saturação adiabática; temperaturas de bulbo úmido e de bulbo seco; carta psicrométrica. Combustíveis e o processo de combustão; entalpia de formação; aplicação da primeira lei da termodinâmica em reações químicas; entalpia, energia interna de combustão e calor de reação; temperatura adiabática de chama; terceira lei da termodinâmica e entropia absoluta; aplicação da segunda lei da termodinâmica em reações químicas; células combustíveis; processos reais de combustão.						
EMC5418 Termodinâmica Aplicada	Ob	54	3	EMC5406	EMC5405	
Sequências e séries numéricas. Sequências e séries de funções; séries de potências e séries de Fourier. Equações diferenciais parciais: método da separação de variáveis nas equações clássicas da onda, do calor e de Laplace.						
MTM3104 Cálculo 4	Ob	72	4	(MTM5164 ou MTM5804)	(MTM3102 ou MTM3131 ou MTM5163)	



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 05

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5110 Laboratório em Propriedades Mecânicas	Ob	54	3		(EMC5138 e) EMC5201)	
EMC5123 Mecanismos	Ob	54	3		(EMC5361 ou FSC5207)	
EMC5202 Usinagem dos Materiais	Ob	72	4	EMC5240	EMC5201	
EMC5203 Conformação de Metais e Moldagem de Polímeros	Ob	72	4	(EMC5241 e) EMC5261)	(EMC5201 e) EMC5223)	
EMC5410 Laboratório em Ciências Térmicas	Ob	36	2		EMC5405	
EMC5417 Transmissão de Calor	Ob	72	4	EMC5403	(EMC5405) e) (INE5201 ou INE5231) e) (MTM3103 ou MTM5163)	
EMC5419 Mecânica de Fluidos II	Ob	54	3	EMC5408	(EMC5407 e) MTM3104) ou (MTM5164 ou MTM5166)	
FSC5113 Física III	Ob	72	4	FSC5133	(MTM3101 ou MTM3110 ou MTM5161)	



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 06

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Noções básicas de Eletricidade. Circuitos Elétricos. Transformadores. Motores Elétricos. Medidas Elétricas.						
EEL5113 Eletrotécnica Geral	Ob	36	2	EEL5114	(FSC5113 ou FSC5133)	
Introdução: revisão do processo de projeto; planejamento de projetos; execução do projeto; especificações de projeto (projeto informacional); concepção (projeto conceitual), modelagem e simulação (projeto preliminar) e avaliação do modelo ou protótipo.						
EMC5005 Projeto Integrado em Engenharia Mecânica	Ob	72	4		(EMC5302 eh INE5232) ou (EMC5302 eh INE5202)	
Desenvolvimento de trabalhos em laboratórios com ênfase em atividades práticas nas áreas de metrologia, fundição, conformação, usinagem e processamento de polímeros.						
EMC5210 Laboratório em Manufatura e Metrologia	Ob	72	4		(EMC5202 eh EMC5203 eh EMC5223 eh EMC5302)	
Capacidade de carga de engrenagens cilíndricas. União por parafusos. Molas helicoidais. Eixos e Árvores. Ligações entre cubo e eixo. Mancais de rolamento e escorregamento. Redutores. Acoplamentos. Frens e embreagens. Correas e correntes.						
EMC5336 Elementos de Máquinas	Ob	90	5	(EMC5330 eh EMC5332)	(EMC5123 eh EMC5138)	
Introdução aos sistemas realimentados. Modelos Dinâmicos de Sistemas Mecânicos, Elétricos e Eletromecânicos. Resposta Dinâmica. Propriedades básicas de sistemas realimentados. O método do lugar das raízes. O método da resposta em frequência.						
EMC5336 Controle de Sistemas Dinâmicos	Ob	72	4		(MTM3104 ou MTM5164 ou MTM5166)	
Equações governantes da convecção; conceito da camada limite; efeitos da turbulência; solução de Blasius; correlações para escoamentos externos; escoamentos internos; correlações; convecção natural; equações governantes; correlações; modos de ebulição e condensação; correlações; trocadores de calor.						
EMC5404 Transmissão de Calor II	Ob	54	3		(EMC5407 eh EMC5417)	
Parte I - Sistemas hidráulicos: Definição, campo de aplicação e características. Revisão dos conceitos da mecânica de fluidos (Hidrostática e Hidrodinâmica) aplicados aos sistemas hidráulicos. Fluidos hidráulicos: propriedades, compressibilidade, expansão térmica, tipos de fluidos, classificação. Componentes de sistemas hidráulicos: bombas e atuadores lineares e rotativos, válvulas de controle direcional, de pressão e de vazão, válvulas de controle contínuo (servoválvula e válvula proporcional), válvulas tipo cartucho. Acumuladores, reservatórios, filtros. Acionamentos hidráulicos e sistemas hidráulicos básicos. Dimensionamento. Parte II - Sistemas pneumáticos: Definições: comandos, controles, grandezas analógicas e digitais. Principais elementos pneumáticos: atuadores, elementos de comando de sinal e de processamento do sinal. Projeto de comandos combinatórios e sequências. Aplicações à automação industrial. Dimensionamento de atuadores e elementos de comando. Geração, e distribuição do ar comprimido: compressores, canalizações, reguladores, lubrificadores e filtros.						
EMC5443 Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos	Ob	54	3		EMC5407	



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Fase 07

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
<p>O que é CTS. Definições de ciência, tecnologia e técnica. Revolução industrial. Desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento social. Difusão de novas tecnologias. Sociedade tecnológica e suas implicações. As imagens da tecnologia. As noções de risco e de impacto tecnológico. Modelos de produção e modelos de sociedade. Desafios contemporâneos. Influências da ciência e da tecnologia na organização social. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Questões éticas e políticas.</p>						
EMC5003	Tecnologia e Desenvolvimento	Ob	54	3		1500 horas
<p>Fundamentos de eletricidade para instrumentação: circuitos elétricos de corrente contínua e alternada; aplicações dos teoremas de Thévenin e de Norton. Instrumentos básicos em eletrônica: fontes, geradores, multímetros, osciloscópios. Transdução de grandezas físicas. Circuitos de ponte. Processamento eletrônico de sinais. Introdução à física dos dispositivos eletrônicos. Componentes analógicos ativos discretos e integrados. Circuitos eletrônicos analógicos aplicados à instrumentação de medição e controle. Introdução à eletrônica digital: caracterização, sistemas de numeração e códigos. Lógica combinacional e sequencial. Visão geral de arquitetura de microcomputadores e de microcontroladores. Controles programáveis. Estrutura de sistemas de aquisição de sinais de processos.</p>						
EMC5006	Eletrônica	Ob	72	4	EMC5281	EEL5113
<p>Caracterização dos movimentos vibratórios. Respostas de sistemas lineares estáveis. Modelagem matemática de sistemas mecânicos. Sistemas modelados com grau de liberdade. Informações sobre medição de vibrações. Problemas em máquinas rotativas. Sistemas modulados com dois ou mais graus de liberdade. Técnicas para o controle de vibrações.</p>						
EMC5140	Controle de Vibrações	Ob	72	4		(EMC5121 ou EMC5129 ou EMC5138) eh (EMC5361 ou FSC5207) eh (MTM3104 ou MTM5164 ou MTM5804)
<p>Características gerais dos processos de soldagem a arco voltaico. O arco voltaico. Fontes de energia para soldagem. Processo TIG. Soldagem com eletrodos consumíveis. Processo MIG/MAG. Soldagem com eletrodo revestido. Arame tubular. Efeitos do calor em soldagem. Conceito de soldabilidade e descontinuidades.</p>						
EMC5204	Soldagem	Ob	36	2	EMC5262	(EEL5113 eh EMC5201)
<p>A crise Ambiental. Fundamentos de processos ambientais. Controle da poluição nos meios aquático, terrestre e atmosférico. Sistema de gestão ambiental. Normas Ambientais. A variável ambiental na concepção de materiais e produtos. Produção mais limpa. Economia e meio ambiente. Legislação Ambiental.</p>						
ENS5146	Introdução à Engenharia Ambiental	Ob	36	2	EC25102	1500 horas
<p>Introdução. Conceito e Funções da Administração: evolução do pensamento administrativo. Organização e Método. Planejamento e Controle da Organização. Princípios de Organização. Estruturas Organizacionais. Influência da Tecnologia e do Ambiente. O Processo de Organização ou Reorganização. Elaboração de Projetos para Pequenos e Médios Empreendimentos. Manuais de Serviço. Administração do Pessoal. Motivação e Liderança.</p>						
EPS5229	Organização Industrial	Ob	54	3	EPS5209	1500 horas



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Fase 08

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Planejamento técnico do trabalho junto com o orientador escolhido. Cronograma do trabalho. Metodologia empregada. Ferramentas a serem empregadas no trabalho. Busca da literatura necessária.						
EMC5021	Planejamento do Trabalho de Curso	Ob	36	2		2200 horas
-	Disciplinas Optativa I	Op	360	20		2200 horas

Fase 09

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Aplicação prática dos tópicos estudados no curso de Engenharia Mecânica, na forma de projetos técnicos e/ou científicos ao nível dos atribuídos a um engenheiro.						
EMC5022	Trabalho de Curso	Ob	180	10	EMC5021	
-	Disciplina Optativa II	Ob	216	12		

Fase 10

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Vivência em indústrias, ou em instituições de pesquisa, ou em empresas, que se utilizam dos conteúdos técnicos que compõe o curso de engenharia mecânica; Treinamento prático a partir da aplicação dos conhecimentos técnicos adquiridos no curso; Desenvolvimento ou aperfeiçoamento do relacionamento profissional e humano.						
EMC5522	Estágio Profissional em Engenharia Mecânica	Ob	522	22		2500 horas



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Disciplinas Optativas

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5430 Introdução à Energia Solar	Op	72	4		EMC5417	
EMC5432 Análise Experimental de Máquinas e Sistemas Térmicos	Op	54	3			

Área de Fabricação

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5246 Administração de Operações de Manufatura	Op	54	3		2500 horas	
EMC5295 Tópicos Especiais em Fabricação V	Op	72	4			
EMC5296 Tópicos Especiais em Fabricação VI	Op	72	4			
EMC5297 Tópicos Especiais em Fabricação VII	Op	54	3			
EMC5298 Tópicos Especiais em Fabricação VIII	Op	54	3			
EMC5299 Tópicos de Visão Computacional Aplicada à Engenharia	Op	54	3		(EMC5332 ou INE5202)	



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Optativas Gerais - Optativas Bloco Especial

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5031 Atividades Complementares de Monitoria I - 18 h/aulas	Op	18	1			
EMC5032 Atividades Complementares de Monitoria II - 18 h/aulas	Op	18	1			
EMC5033 Atividades Complementares de Monitoria III - 18 h/aulas	Op	18	1			
EMC5035 Instrumentação Virtual Aplicada - Hardware e Software e Processamento de Sinais	Op	72	4			Caracterização de um sistema de medição. Conceito de instrumentação virtual: o uso do computador para medição e controle. Transdução e processamento de sinais em instrumentação. Conversão A/D e D/A. Noções de controle: representação de sinais nos domínios do tempo e da frequência; função de transferência de um sistema físico; leis de controle; abadores. Software de aquisição e processamento de sinais em medição e controle. Arquitetura de sistemas de aquisição de sinais. Projeto e desenvolvimento de bancadas automatizadas de ensaio.
EPS5227 Planejamento Industrial	Op	54	3			Noções de planejamento empresarial. Etapas de um empreendimento industrial. Metodologia para elaboração dos ante-projetos. Estudos de mercado. Estudos de localização. Análise de tecnologias e fatores de produção. Caracterização do processo produtivo. Estudo do tamanho. Determinação do investimento. Projeção de receitas e custos. Análise de retorno do investimento.
EPS5235 Planejamento e Controle da Produção	Op	54	3			- Visão geral dos sistemas de produção. Planejamento estratégico da produção. Planejamento mestre da produção. Programação da produção: administração de estoques, seqüenciamento, emissão e liberação de ordens. Acompanhamento da produção.
EPS5240 Gerenciamento de Projetos	Op	54	3			O ciclo de vida do projeto. As funções administrativas no projeto. O gerente do projeto. Organização da equipe. Planejamento do projeto. Programação. Cronogramas. Rêdes. Orçamentos. Controle do projeto. Interligação do projeto com a empresa.
EPS7005 Pesquisa Operacional	Op	72	4			Introdução: histórico, objetivos, restrições e modelos. Condições de otimalidade. Programação linear: modelos de programação linear, método simplex; dualidade, análise de sensibilidade e pós-otimalidade. Problemas lineares especiais. Programação não-linear; otimização multivariada; otimização sem restrições. Programação Inteira, Binária e Mista: algoritmos e modelos. Programação Dinâmica determinística e estocástica.
EPS7010 Gestão Patrimonial	Op	54	3			- Informação contábil no processo de produção das organizações. Dinâmica dos fluxos operacionais de curto e longo prazo. Princípios e procedimentos contábeis básicos. Demonstrativos contábeis para a gestão da produção. Indicadores financeiros do desempenho. Capital de giro, endividamento e estrutura de capital. Liquidez e fluxos de caixa. Rentabilidade, origem e aplicações de recursos.
EPS7013 Empreendedorismo	Op	54	3			- A formação da Personalidade; O processo comportamental. As necessidades do empreendedor; O conhecimento para empreender; O empreendedor e suas habilidades; Os valores do empreendedor; O processo evolutivo das empresas; Modelos de Ciclo de Vida; A personalidade do empreendedor e o ciclo de vida da organização.
EPS7014 Redes de Empresa	Op	54	3			Globalização e Competitividade, Competitividade Regional, Aglomerações Produtivas, Redes e Consórcios de Empresas, Cadeias de Fornecedores.
EPS7018 Análise Gerencial de Custos	Op	54	3			- Princípios e métodos de custo. Análise de custo-volume-lucro. Custo padrão. Método dos centros de custos. Custeio baseado em atividades (ABC). Método da unidade de esforço de produção (UEP). Gestão por atividade (ABM).
EPS7019 Engenharia Econômica	Op	54	3			- Matemática Financeira: conceito de juros; relações de equivalência; taxas nominais e efetivas; amortização de dívidas (Price, SAC e Misto). Inflação e correção monetária. Análise econômica de investimentos: princípios e conceitos, VAUE, TIR e Pay-back; substituição de equipamentos; aluguel, leasing e financiamentos. Risco, incerteza e análise de sensibilidade. Calculadoras financeiras e planilhas.
EPS7020 Ergonomia	Op	54	3			- Introdução à Ergonomia: definições e histórico. Princípios de fisiologia do trabalho. Princípios de psicologia do trabalho. Antropometria e biomecânica. Princípios de organização do trabalho. Condições ambientais de trabalho. O projeto do trabalho. Introdução a Análise Ergonômica do Trabalho. -



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: Engenharia Mecânica

– Técnicas de registro e análise do processo. Metodologias de resolução de problemas. Análise do posto do trabalho. Programas de participação do trabalhador na melhoria dos métodos de trabalho. Medida do trabalho: cronometragem, amostragem do trabalho e tempos pré- determinados. Escolas de organização do trabalho: escolas clássicas (Taylor e Ford), escola de relações humanas (enriquecimento de cargos), escolas sócio-técnicas, grupos semi-autônomos.

EPS7022 Engenharia do Trabalho Op 72 4

– O ambiente de negócios. Conceito e evolução da logística. Cadeia de suprimentos (supply chain). O sistema logístico. Custos logísticos. Nível de serviço ao cliente. A logística de suprimento. A distribuição física de produtos. O subsistema transporte: os modais de transporte; característica e escolha do modal, os processos de coleta, transferência e distribuição. O subsistema armazenagem: funções e meios de armazenagem; utilização de cargas; sistemas de endereçamento dos produtos. O gerenciamento de estoques: classificação ABC, sistemática de re-suprimento.

EPS7026 Logística Empresarial Op 54 3

Inovação: Definição e Perspectivas, Processo de Inovação: Conceito, Fases e Gerenciamento - Criação, Adoção, Implementação e Disseminação da Inovação, Formulação de Estratégias, Inovação em Serviços, Geração e Avaliação de Ideias.

EPS7033 Gestão da Inovação Op 54 3

Programa Avançado de Matemática

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Números: propriedades básicas, valor absoluto, desigualdades, números naturais, inteiros, racionais e reais. Funções reais de uma variável real: gráficos, limites, continuidade, ínfimo e supremo, existência de máximo de uma função contínua em um intervalo fechado. Derivada: diferenciação, significado da derivada, convexidade, derivada da função inversa. Integral: somas de Riemann, Teorema fundamental do cálculo. Funções trigonométricas, logarítmica e exponencial. Aplicações numéricas. Uso de pacotes.						
MTM5801 H Cálculo I	Op	108	6			
Integral, Técnicas de Integração, Aproximações por Polinômios, Sequências e Séries, Convergência Uniforme.						
MTM5802 H Cálculo II	Op	108	6		MTM5801	
Sistemas de coordenadas: cartesianas, polares, cilíndricas, esféricas, mudança de coordenadas. Funções reais de várias variáveis: gráficos, limite, continuidade, derivação, gradiente, derivada direcional. Funções vetoriais: campos de vetores, divergente, rotacional, cálculo diferencial vetorial. Derivadas de ordem superior, teorema de Taylor, extremos de funções reais, multiplicadores de Lagrange, teorema da função implícita. Integrais duplas: integração sobre diversos tipos de regiões, mudança na ordem de integração. Uso de pacotes. Aplicações numéricas.						
MTM5803 H Cálculo III	Op	108	6		MTM5802	
Integrais de Curva e Superfícies, Teoremas de Integração da Análise Vetorial, Aplicações.						
MTM5804 H-Cálculo IV	Op	108	6		MTM5803	
Vetores em R2 e R3. Produto interno. Produto vetorial no R3. Retas no R2 e R3. Planos no R3. Produtos mistos no R3. Sistemas lineares. Matrizes. Determinantes. Uso de pacotes. Aplicações numéricas.						
MTM5811 H-Álgebra I	Op	108	6			
Espaços vetoriais. Bases e dimensão. Transformações lineares. Produto interno. Bases ortonormais. Decomposição QR. Autovalores e autovetores de um operador linear. Métodos numéricos para cálculo de autovalores e autovetores. Matrizes autoadjuntas e o teorema espectral. Identificação de cônicas em R2 e quádricas em R3. Uso de pacotes. Aplicações numéricas.						
MTM5812 H-Álgebra II	Op	108	6		(MTM3111 ou MTM5512)	
Autovalores e autovetores: aplicações, Matrizes definidas positivas, Computação com matrizes, Programação linear, Uso de pacotes computacionais.						
MTM5813 H-Álgebra III	Op	108	6		MTM5812	
Convergência em Espaços Euclidianos. Teoria Geral das EDO. Transformada de Laplace. Séries de Fourier. Problemas de fronteira para EDO e EDP. Uso de Pacotes.						
MTM5814 H-Análise Linear	Op	108	6		MTM5813	



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Disciplinas de Pós-Graduação

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5901 Disciplina de Pós-Graduação I	Op	54	3			
EMC5902 Disciplina de Pós-Graduação II	Op	54	3			
EMC5903 Disciplina de Pós-Graduação III	Op	54	3			
EMC5904 Disciplina de Pós-Graduação IV	Op	54	3			
EMC5905 Disciplina de Pós-Graduação V	Op	54	3			
EMC5906 Disciplina de Pós-Graduação VI	Op	54	3			
EMC5908 Disciplina de Pós-Graduação VIII	Op	36	2			
EMC5909 Disciplina de Pós-Graduação IX	Op	36	2			
EMC5910 Disciplina de Pós-Graduação X	Op	18	1			
EMC5911 Disciplina de Pós-Graduação XI	Op	18	1			



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Disciplinas de Intercâmbio e Duplo Diploma

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5950 Programa de Intercâmbio I	Op					
EMC5951 Programa de Intercâmbio II	Op				EMC5950	
EMC5952 Programa de Intercâmbio III	Op					
EMC5953 Programa de Intercâmbio IV	Op					
EMC5954 Programa de Intercâmbio V	Op					
EMC5955 Intercâmbio Projeto 1	Op	18	1			
EMC5956 Intercâmbio Projeto 2	Op	18	1			
EMC5957 Intercâmbio Projeto 3	Op	36	2			
EMC5958 Intercâmbio Projeto 4	Op	36	2			
EMC5959 Intercâmbio Projeto 5	Op	36	36			
EMC5960 Intercâmbio Projeto 6	Op	54	3			
EMC5961 Intercâmbio Projeto 7	Op	54	3			
EMC5962 Intercâmbio Projeto 8	Op	54	3			
EMC5963 Intercâmbio Projeto 9	Op	72	4			
EMC5964 Intercâmbio Projeto 10	Op	72	4			
EMC5965 Intercâmbio Projeto 11	Op	72	4			
EMC5966 Intercâmbio Projeto 12	Op	72	4			
EMC5967 Intercâmbio Termo 1	Op	18	1			
EMC5968 Intercâmbio Termo 2	Op	18	1			
EMC5969 Intercâmbio Termo 3	Op	36	2			
EMC5970 Intercâmbio Termo 4	Op	36	2			
EMC5971 Intercâmbio Termo 5	Op	36	2			
EMC5972 Intercâmbio Termo 6	Op	54	3			
EMC5973 Intercâmbio Termo 7	Op	54	3			
EMC5974 Intercâmbio Termo 8	Op	54	3			
EMC5975 Intercâmbio Termo 9	Op	72	4			



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

EMC5976	Intercâmbio termo 10	Op	72	4
EMC5977	Intercâmbio Termo 11	Op	72	4
EMC5978	Intercâmbio Termo 12	Op	72	4
EMC5979	Intercâmbio Fabricação 1	Op	18	1
EMC5980	Intercâmbio Fabricação 2	Op	18	1
EMC5981	Intercâmbio Fabricação 3	Op	36	2
EMC5982	Intercâmbio Fabricação 4	Op	36	2
EMC5983	Intercâmbio Fabricação 5	Op	36	2
EMC5984	Intercâmbio Fabricação 6	Op	54	3
EMC5985	Intercâmbio de Fabricação 7	Op	54	3
EMC5986	Intercâmbio de Fabricação 8	Op	54	3
EMC5987	Intercâmbio de Fabricação 9	Op	72	4
EMC5988	Intercâmbio de Fabricação 10	Op	72	4
EMC5989	Intercâmbio de Fabricação 11	Op	72	4
EMC5990	Intercâmbio Fabricação 12	Op	72	4



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

Habilitação: Engenharia Mecânica

Engenharia Mecânica - Geral

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5007	Aspectos de Segurança do Trabalho	Op	36	2	1500 horas	
A Segurança do Trabalho: histórico, legislação e motivação para sua aplicação. Riscos inerentes ao trabalho: acidentes e doença do trabalho, limites de tolerância. Agentes Físicos nos riscos ambientais relativos ao trabalho. A norma brasileira.						
EMC5010	Tópicos Especiais - Projeto Fabricação Térmica e Materiais	Op	54	3		
Projeto, fabricação, construção, especificação de materiais e testes para o desenvolvimento de um veículo monoposto de acordo com o Regulamento Mini Baja - SAE 96, com fins experimentais e comerciais.						

Engenharia Mecânica-Análise Estrutural e Projeto Mecânico

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5139	Mecânica dos Sólidos C	Op	72	4	EMC5138	
Análise vibratória de sistemas com vários graus de liberdade e de sistemas contínuos. Análise Modal experimental. Teorema de Convolução. Princípio do trabalho virtual. Princípio de D'Alembert. Frequências naturais.						
EMC5141	Vibrações Mecânicas em Sistemas Lineares	Op	54	3	EMC5140	
EMC5151	Projeto Estrutural com Materiais Plásticos e Compostos	Op	54	3	EMC5128	
Componentes dos robôs; Análise de propriedades cinemáticas; Cinemática de robôs; Introdução à estática de robôs; Introdução à dinâmica dos robôs; Geração de trajetórias para robôs; Controle de robôs; Sensores; Programação de robôs; Aplicações de robôs.						
EMC5251	Introdução à Robótica Industrial	Op	72	4		
Esta disciplina tem como objetivo, fornecer um entendimento geral sobre os conceitos fundamentais que envolvem a área de CAE/CAD/CAM. O aluno deverá usar um software CAD/CAM comercial, aplicando os conceitos aprendidos na área do projeto mecânico em geral. O uso das ferramentas de CAD/CAM e o exercício dos conceitos de projeto mecânico lhe facultará o desenvolvimento de habilidades necessárias nos diversos estágios do projeto e manufatura de um produto.						
EMC5301	Introdução ao Projeto Manufatura-computador	Op	72	4	1500 horas	
Processo de projeto estrutural. Modelamento de sistemas físicos. Análise dinâmica. Critérios de projeto, modos de falha e confiabilidade. Estruturas soldadas. Estruturas otimizadas. Estabilidade.						
EMC5310	Projeto de Estruturas	Op	54	3	EMC5138	
Atrito seco e misto. Desgaste. Lubrificantes. Materiais para superfícies atritantes. Falhas e reparos de superfícies atritantes. Introdução à teoria da lubrificação. Equação de Reynold e de energia. Métodos de solução. Lubrificação hidrostática e hidrodinâmica. Esmagamento da película de lubrificante.						
EMC5315	Tribologia	Op	54	3	EMC5138	
Introdução à acústica aplicada; grandezas acústicas: pressão, intensidade, potência, impedância. Efeito de ruído no homem; limite permitido para ruído industrial, portaria 3214 do Mtb, critérios para conforto acústico, lei do silêncio. Instrumentação de medição e análise de ruído; microfones, medidores de nível de pressão sonora, dosímetro, filtro calibrador. Materiais e dispositivos para controle de ruído; materiais fibrosos, materiais porosos, medição de absorção acústica dos materiais. Isolamento de ruído; perda de transmissão, lei de massa, efeito de ressonância e coincidência, efeito das frestas e abertura. Controle de ruído por endausuramento. Protetores auriculares.						
EMC5317	Controle de Ruído	Op	54	3	EMC5140	
Desenvolvimento e configuração dos sistemas CAE/CAD/CAM Periféricos. Sistemas gráficos. Modelamento sólido. Definições de superfícies. Transformações de escala, translação, rotação, reflexão e perspectiva. Padrões gráficos. Simulação e validação. Seleção de sistemas. Uso do sistema.						
EMC5321	Sistemas CAE/CAD/CAM em Engenharia	Op	54	3	(EGR5214 e) MTM3112 ou MTM5245)	
Assuntos específicos relacionados com a área de projeto.						
EMC5322	Tópicos Especiais em Projeto	Op	54	3		



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: Engenharia Mecânica

Características dos transportadores industriais. Critérios de seleção, projeto e fabricação de transportadores industriais.					
EMC5323	Transportadores Industriais	Op	54	3	EMC5335
Método de trabalho de projeto. Análise e seleção de soluções alternativas. Variadores de velocidade escalonados e contínuos. Árvores principais. Mancais de rolamento e hidrostáticos. Guias de máquinas ferramentas: escorregamento, rolamento e hidrostáticos. Estruturas de máquinas ferramentas. Teoria dos modelos.					
EMC5325	Projeto de Máquinas Ferramenta	Op	54	3	EMC5335
Programação linear. O problema geral de programação não linear. Método de programação não linear sem restrições. Processo usando derivadas e de busca direta. Métodos de programação não linear com restrições.					
EMC5341	Otimização	Op	54	3	(MTM3104 ou MTM5184 ou MTM5166)
O objetivo é o de habilitar o aluno a projetar e analisar estruturas simples constituídas por laminados planos ou cursos constituídos por lâminas de resina reforçadas por fibras contínuas ou descontínuas. Ao fim do curso o aluno deverá ser capaz de: "identificar se um dado componente pode ser vantajosamente construído por material composto e fazer a escolha do tipo mais adequado e do processo de fabricação;" "identificar propriedades mecânicas importantes e escolher os ensaios mecânicos necessários para a determinação destes valores;" "dadas as propriedades mecânicas de um dado tipo de fibra e matriz, estimar as propriedades da lâmina;" "dadas as propriedades elásticas (em forma matricial) e da resistência de cada lâmina, nas suas direções principais, obter as matrizes de rigidez do laminado;" "dadas as matrizes de rigidez do laminado e os valores de forças e momentos resultantes, obter deformações e tensões em cada lâmina;" "usar valores das tensões principais de uma lâmina e verificar a segurança segundo um dos critérios de falhas estudados."					
EMC5343	Projeto Estrutural com Materiais Compostos	Op	54	3	EMC5138
Atribuição da engenharia de manutenção e conceitos de manutenibilidade. Gestão da manutenção: manutenção para produtividade total (TPM), manutenção centrada em confiabilidade (MCC), manutenção classe mundial, outros modelos. Ferramentas para análise de falha: Árvore de falha (FTA), análise dos modos de falha e dos efeitos (FMEA), análise dos modos de falha, dos efeitos e da ocorrência (FMECA), árvore de eventos (ET). Técnicas de análise na manutenção, monitoração visual, da integridade estrutural, de ruído, de vibrações, de óleos, de lubrificantes, de partículas de desgaste e monitoração dos instrumentos e de suas medidas.					
EMC5351	Engenharia de Manutenção e Manutenibilidade	Op	54	3	2200 horas
Definição do projeto aeronáutico. Conceitos de aerodinâmica. escoamento bidimensional, perfil, camada limite, resistência aerodinâmica. Propulsão, performance e estabilidade. Projeto estrutural, materiais, técnicas de fabricação, ensaios. Regulamentação do voo.					
EMC5352	Introdução ao Projeto Aeronáutico	Op	54	3	
Revisão de Mecânica de Sólidos. Tensor de tensões. Tensor de deformação finita e infinitesimal. Relações constitutivas. Material elástico linear. Equação diferencial de equilíbrio. Princípio dos Trabalhos Virtuais. Princípio de Mínima Energia de Deformação. Aproximação por Elementos Finitos. Elementos Finitos de Barras, Vigas, de estados planos de deformação e tensão. Elementos Sólidos de Revolução, Sólidos 3D e Placas. Recomendações de técnicas de Modelagem e Práticas com softwares comerciais.					
EMC5353	Mecânica dos Sólidos Computacional I	Op	72	4	EMC5138
Dinâmica estrutural. Modelagem numérica de vibrações estruturais. Estabilidade de estruturas. Estabilidade de estruturas por métodos numéricos. Tópicos de modelagem numérica de plasticidade estrutural.					
EMC5354	Mecânica dos Sólidos Computacional II	Op	72	4	EMC5353
Revisão de engrenagens. Princípios de projeto de trens de engrenagem. Trens de engrenagem simples e epicicloidais. Variadores e redutores de velocidades. Câmbios automotivos.					
EMC5355	Projeto de Redutores e Variadores de Velocidade	Op	72	4	EMC5123
Pneus, resistências ao movimento, transmissão de forças ao solo e mecânica da frenagem, balanço de potências, estabilidade, direção, suspensão e princípios de carrocerias aerodinâmicas.					
EMC5356	Veículos Automotores I	Op	72	4	EMC5138
Pneus, resistências ao movimento, transmissão de forças ao solo, balanço de potências, estabilidade, direção e suspensão.					
EMC5357	Construção de Automóveis	Op	72	4	
Introdução à dinâmica veicular. Cinemática automotiva. Mecanismos de motores. Cinemática de suspensões automotivas. Sistemas de direção.					
EMC5358	Dinâmica Veicular	Op	54	3	EMC5123
EMC5359	Projeto Estrutural com Materiais Plásticos e Compostos	Op	54	3	EMC5128



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

EMC5360	Análise Dinâmica de Sistemas Mecânicos	Op	72	4	EMC5140
Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Projeto. A ementa será definida conforme o tópico abordado.					
EMC5362	Tópicos Especiais em Projeto II	Op	54	3	
Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Projeto. A ementa será definida conforme o tópico abordado.					
EMC5363	Tópicos Especiais em Projeto III	Op	54	3	
Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Projeto. A ementa será definida conforme o tópico abordado.					
EMC5364	Tópicos Especiais em Projeto IV	Op	72	4	
EMC5365	Tópicos Especiais em Projeto V	Op	72	4	
EMC5366	Tópicos Especiais em Projeto VI	Op	72	4	
EMC5367	Tópicos Especiais em Projeto VII	Op	54	3	
EMC5368	Tópicos Especiais em Projeto VIII	Op	54	3	
Parte I - Sistemas hidráulicos: Definição, campo de aplicação e características. Revisão dos conceitos da mecânica de fluidos (Hidrostática e Hidrodinâmica) aplicados aos sistemas hidráulicos. Fluidos hidráulicos: propriedades, compressibilidade, expansão térmica, tipos de fluidos, classificação. Componentes de sistemas hidráulicos: bombas e atuadores lineares e rotativos, válvulas de controle direcional, de pressão e de vazão, válvulas de controle contínuo (servoválvula e válvula proporcional), válvulas tipo cartucho. Acumuladores, reservatórios, filtros, Acionamentos hidrostáticos e sistemas hidráulicos básicos. Dimensionamento. Parte II - Sistemas pneumáticos: Definições: comandos, controles, grandezas analógicas e digitais. Principais elementos pneumáticos: atuadores, elementos de comando de sinal e de processamento do sinal. Projeto de comandos combinatórios e sequências. Aplicações à automação industrial. Dimensionamento de atuadores e elementos de comando. Geração, e distribuição do ar comprimido: compressores, canalizações, reguladores, lubrificadores e filtros.					
EMC5443	Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos	Ob	54	3	EMC5407
Revisão de alguns aspectos básicos de sistemas hidráulicos oferecidos na disciplina de Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos -					
EMC5464	Tópicos de Sistemas Hidráulicos	Op	54	3	EMC5443
A pneumática moderna na automação industrial. Vantagens e desvantagens da pneumática. Campo de aplicação. Sinais analógicos e digitais. Sistemas reativos e transformativos. Estrutura típica dos sistemas pneumáticos. Caracterização e princípio de funcionamento de componentes para automação pneumática. Fundamentos da álgebra Booleana. Projeto de comandos combinatórios e sequências. Métodos intuitivo, cascata e passo-a-passo. Projeto para o uso de elementos pneumáticos, eletropneumáticos e controladores lógicos programáveis.					
EMC5465	Tópicos de Pneumática	Op	54	3	



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Engenharia Mecânica-Fabricação

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Estudo dos processos de conformação a frio, trefilação e extrusão. Projeto de peças e sequência de operação. Forças e trabalho necessários à conformação.						
EMC5209	Processos de Conformação Contínua	Op	36	2		EMC5203
Introdução à Administração da Produção; Papel Estratégico e Objetivo da Produção; Estratégia de Produção; Projeto da Rede de Operações Produtivas; Arranjo Físico e Fluxo; Tecnologia de Processo; Projeto e Organização do Trabalho; Natureza do Planejamento e Controle; Planejamento e Controle de Capacidade Produtiva; Planejamento e Controle de Estoque; Planejamento e Controle da Cadeia de Suprimentos; MRP e OPT; Planejamento e Controle Enxuto; Planejamento e Controle de Projetos; Melhoramento da Produção.						
EMC5211	Administração-Produção-Fundamentos da Manufatura Enxuta	Op	72	4		EMC5202
Conceito de textura e integridade de superfícies; as superfícies de corpos técnicos. Tipos de solicitação a que estão submetidos as superfícies (corpos técnicos). Principais tipos de alterações que são introduzidas nos corpos técnicos por ação dos processos de usinagem – efeito mecânico, térmico e químico. Defeitos de 1ª a 5ª ordem. A textura das superfícies – parâmetros R_a e R_z – dimensionais. Métodos e instrumentos para caracterizar a integridade das superfícies. Os processos de usinagem e seus efeitos sobre a textura e a integridade. A influência da textura e integridade sobre as propriedades e desempenho dos componentes usinados.						
EMC5212	Textura-Integridade de Superfícies Usinadas	Op	36	2		EMC5202
Classificação e descrição sumária dos diversos processos de conformação mecânica: Tecnologia e campos de aplicação dos processos de forjamento, laminação, trefilação e extrusão. Processos de conformação de chapas: operação de corte, dobramento, estiramento e embutimento. Introdução a estampabilidade de chapas. Ferramentas. Máquinas utilizadas. Fundamentos do processamento de polímeros. Moldagem por extrusão. Moldagem por sopro. Termoformagem. Moldagem por injeção. Variantes do processo e tipos de moldes. Uso de sistemas CAE/CAD/CAM. Confeção de moldes com prototipagem rápida (rapid tooling).						
EMC5213	Tecnologia-Conformação-Metals-Modelagem de Polímeros	Op	72	4		(EGR5214 e EMC5201)
Principais processamentos de materiais metálicos e sua correlação com microestrutura e propriedades resultantes no material. Transformações de fases em metais: reações perítica, bainita e martensita. Tratamentos térmicos em metais: recozimento, normalização, têmpera, revenido, solubilização e precipitação. Relação entre microestrutura e propriedades de ligas metálicas com ênfase nas principais ligas e suas aplicações: aço carbono, aço liga (estruturais, ferramentas, inoxidáveis), ferros fundidos, alumínio, cobre, titânio, magnésio, super ligas, ligas refratárias.						
EMC5214	Estrutura e Propriedades de Materiais Metálicos	Op	54	3		EMC5201
Operação de trabalho em chapas. Elementos construtivos dos diversos tipos de ferramentas. Ferramentas de corte, de dobramento e curvamento, de embutimento e estiramento, para trabalhos mistos progressivos. Exemplos de ferramentas para fabricação de peças estampadas. Ferramentas com matrizes e estampas de metal duro. Estampagem fina. Projeto.						
EMC5217	Trabalho em Chapas	Op	54	3		EMC5203
Conceito de Comando Numérico (NC) e sua importância no contexto da Automação Industrial. Características dos sistemas NC envolvendo a máquina, o comando e a programação. Vantagens e limitações do NC. Conceito de programação manual incluindo estudo de dados através de exercícios (didáticos e práticos) de programação. Aspectos modernos da fabricação assistida por computador, relacionando NC com sistemas CAD/CAM.						
EMC5218	Comando Numérico	Op	54	3		EMC5202
Conceituação de um Sistema de Comando Numérico. Princípios de funcionamento. Sistemas de acionamento. Controle de posição. Armazenamento das informações, etc. Equipamentos que utilizam sistemas de Comando Numérico. Diversos tipos de aplicações. Características peculiares dos componentes mecânicos e eletrônicos. Manutenção. Noções de interligação entre diversos equipamentos e com sistemas de informação. Noções de programação.						
EMC5219	Tecnologia de Comando Numérico	Op	72	4		
Processos de obtenção de pós. Caracterização e propriedades dos pós. Métodos de compactação e moldagem. Processos de sinterização e homogeneização. Principais ensaios em materiais sinterizados. Peças estruturais-Produção em grandes séries. Materiais porosos. Materiais de alto ponto de fusão. Materiais conjugados. Materiais sinterizados magnéticos. Produção e propriedades de materiais cerâmicos.						
EMC5224	Metalurgia do Pó e Materiais Conjugados	Op	54	3		EMC5201
Fundamentos dos processos de soldagem e suas variantes modernas, com ênfase em processos a arco elétrico: revisão dos processos de soldagem clássicos, inovações construtivas e eletrônicas e eletromecânicas dos processos; aplicações dos processos modernos e suas limitações; processos híbridos. Sistemas de mecanização / automação da soldagem e monitoração: fontes de soldagem e acessórios para alimentação de material, panorama geral sobre sistemas de automação da soldagem, programação e funcionalidades especiais de manipuladores para soldagem, integração/ sincronização fonte de energia e manipuladores, aplicações e limitações de diferentes manipuladores e robôs para soldagem, sistemas sensoreados para soldagem adaptativa. Técnicas de monitoração / inspeção da solda, do sistema de soldagem e do movimento: ultrassom, radiografia, e vídeo-termografia, sensor tátil e filmagem de alta velocidade.						
EMC5227	Automação de Processos de Soldagem	Op	54	3		



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

	<p>Noções sobre experimentação. Grandezas a medir. Sistemas de medição. Características estatísticas e dinâmicas. Medição elétrica de grandezas mecânicas. Aparelhos para indicação e registro. Transdutores ativos. Transdutores passivos. Sistema de medição digital. Automação da medição.</p>				
EMC5236	Medição de Grandezas Mecânicas	Op	72	4	EMC5223
	<p>Materiais poliméricos: termoplásticos e termofixos. Processamento de polímeros. Moldagem por injeção, compressão, sopro, centrifugação. Conformação à vácuo e por embutimento. Conformação de poliestireno expandido. Matrizes de silicone borrachóide. Normas. Equipamentos para a conformação de plásticos. Projeto de uma matriz.</p>				
EMC5237	Processamento de Polímeros	Op	54	3	EMC5201
	<p>Fundamentos teóricos. Regras de projeto. Métodos de forjamento. Estudo e dimensionamento das matrizes. Máquinas e fornos de forjamento. Exigências de material e energia para forjamento. Projeto de peças e ferramentas para o forjamento em matriz.</p>				
EMC5239	Forjamento em Matriz	Op	54	3	EMC5203
	<p>Princípios e objetivos da experimentação para produtos e processos. Análise de variância; Arranjos ortogonais; Projetos: do experimento; Projeto de parâmetros e tolerâncias; Projeto robusto.</p>				
EMC5242	Projeto do Experimento para Produtos e Processos Técnica- Taguchi	Op	72	4	EMC5202
	<p>Assuntos relacionados com algum tema específico da área de fabricação.</p>				
EMC5243	Tópicos Especiais em Fabricação	Op	54	3	
	<p>Introdução aos sistemas dinâmicos de comando/controlar. Sistemas dinâmicos: classificação, analogias. Modelos gráficos da estrutura de sistemas dinâmicos generalizados. Componentes de sistemas dinâmicos físicos. Sistemas generalizado. Controle de sistemas dinâmicos: análise e síntese, representação gráfica. Tópicos especiais: eletrônica aplicada, acionamentos, simulação de sistemas, CNC - CPL, medidas de comportamento dinâmico.</p>				
EMC5244	Dinâmica e Controle de Sistemas	Op	54	3	EMC5336
	<p>Níveis Eletrônicos. Radiação Eletromagnética. Componentes ópticos e óptica geométrica. Laser. Interação da radiação com a matéria. Efeitos Térmicos. Tipos Laser. Laser de CO₂ e Nd: YAG. Ação do laser de CO₂ em diversos materiais (experimental)</p>				
EMC5253	Introdução ao Processamento de Materiais por Laser	Op	72	4	EMC5405
	<p>Princípios fundamentais da teoria de solidificação de metais e suas aplicações à fundição e necessário ao controle de defeitos e ao projeto de peças fundidas. Conhecimento básico dos diferentes processos tradicionais de fundição, seu campo de aplicação, suas vantagens e limitações. Tendências atuais na evolução dos processos. Noções fundamentais de ensaios não-destrutivos e sua aplicação na inspeção e controle de peças fundidas.</p>				
EMC5261	Tecnologia de Fundição	Op	36	2	2200 horas
	<p>Classificação dos processos. Fontes de soldagem convencionais e modernas. Propriedades do arco voltático dos diversos processos e suas implicações nas características das fontes de soldagem. Estudo técnico experimental da transferência metálica no processo MIG/MAG. O processo TIG e MIG/MAG convencionais e pulsados. Soldagem e corte plasma</p>				
EMC5272	Processos de Soldagem	Op	54	3	EMC5204
	<p>Fundamentos de metalurgia da soldagem. Conhecimento básico da correlação entre variáveis de processo, ciclos térmicos de soldagem e a microestrutura e propriedades mecânicas de juntas soldadas. Soldabilidade de aços comuns, aços ligados, aços inoxidáveis e ferros fundidos. Importância da brasagem como técnica especial de união e revestimento. Noções de processos e aplicação da aspersão térmica.</p>				
EMC5273	Especificação de Procedimentos de Soldagem	Op	54	3	EMC5204
	<p>Tecnologia dos processos de usinagem que empregam ferramentas de corte com cunhas de geometria não definida. Estudo empírico dos mecanismos de formação de cavacos, dos mecanismos de desgaste, apresentação dos materiais de ferramentas, fabricação de abrasivos ligados. Estudo dos processos de retificação, brunimento e lapidação.</p>				
EMC5274	Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria não Definida	Op	72	4	EMC5202
	<p>Tecnologia dos processos de usinagem que empregam ferramentas de corte com cunhas cortantes de geometria definida. Estudo empírico dos mecanismos de formação de cavacos, dos mecanismos de desgaste, apresentação dos materiais de ferramentas, estudo da influência do fluido de corte sobre o processo de usinagem, da usinabilidade dos materiais de peças para os diversos materiais de ferramentas. Determinação econômica das condições de usinagem.</p>				
EMC5275	Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida	Op	54	3	EMC5202
	<p>Tecnologia dos processos de remoção térmica por descargas elétricas, remoção química, remoção termo-química, remoção eletro-química, remoção por ultra-som, remoção por raio Laser, remoção por feixe de elétrons e remoção por jato de água. São apresentados os principais parâmetros dos processos, os meios auxiliares e as potenciais aplicações, mostrando exemplos práticos para os processos em questão.</p>				
EMC5277	Tecnologia de Processos Especiais de Usinagem	Op	72	4	EMC5202



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

					EMC5202
	Equações de vida de ferramenta. Tempos de usinagem. Custos de usinagem. Sequência de usinagem. Dispositivos especiais de usinagem. Dispositivos de fixação e alimentação. Otimização das condições de usinagem em relação ao tempo, custo e rendimento.				
EMC5278	Economia e Planejamento da Usinagem	Op	54	3	EMC5202
	Definição do planejamento do processo. O planejamento do processo no contexto de sistemas de manufatura. Capacidade dos processos. Referências de projeto, fabricação e fixação. Roteamento do processo. Seleção das operações de usinagem. Sistemas CAPP variante e generativo. Algoritmos determinísticos e sistemas especialistas para o Planejamento do Processo.				
EMC5280	Planejamento do Processo	Op	54	3	EMC5202
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Fabricação. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5292	Tópicos Especiais em Fabricação II	Op	54	3	
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Fabricação. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5293	Tópicos Especiais em Fabricação III	Op	54	3	
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Fabricação. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5294	Tópicos Especiais em Fabricação IV	Op	72	4	
	Histórico da mecânica de precisão. Classificação. Juntas da mecânica de precisão. Fixações de componentes ópticos. Guias de precisão. Mancais de precisão.				
EMC5602	Projeto de Componentes de Mecânica de Precisão I	Op	54	3	EMC5138
	Travamentos. Limitadores de cursos. Acoplamentos de mecânica de precisão. Armazenamento de energia de molas e massas em instrumentos. Dispositivos de partida. Projeto de mecanismos diversos em mecânica de precisão.				
EMC5603	Projeto de Componente Mecânica Precisão II	Op	54	3	2200 horas
	Desenvolvimento de trabalhos laboratoriais com ênfase na determinação de condições de usinagem otimizada e da faixa operacional de ferramentas de precisão. O trabalho é desenvolvido em grupos de dois a três alunos.				
EMC5605	Fabricação Experimental	Op	72	4	EMC5202
	Estatística aplicada ao controle de qualidade. Medição de temperatura. Sistemas de medição. Medição de peças com máquina de medir por coordenadas. Ensaio geométrico. Calibração de um sistema de medição. Medição de grandezas elétricas. Medição de forma e deslocamentos por processo interferométrico.				
EMC5606	Metrologia Experimental	Op	72	4	2200 horas
	Sistemas dinâmicos em malha de controle. Comparação com sistemas malha aberta. Controladores. Exemplos de aplicação técnica de controladores. Técnicas de projeto de sistemas de controle. Aplicações de controles em automação de acionamentos eletromecânicos. Tópicos especiais de controle.				
EMC5609	Componentes e Projeto de Controles	Op	54	3	2200 horas
	Experimentos de laboratório cobrindo conteúdos de Eletrônica, Circuitos Eletrônicos, Dinâmica de Sistemas, Componentes e Projetos de Controle.				
EMC5614	Automação e Controle Experimental	Op	54	3	EMC5006
	Introdução. Sistemas Mecânicos. Sistemas Elétricos. Sistemas Fluidos e Térmicos. Análise de sistemas lineares. Análise no domínio da frequência. Modelagem e análise de sistemas. Sistemas discretos.				
EMC5615	Sistemas Dinâmicos	Op	72	4	(MTM3101 ou MTM5163)
	Os desafios presentes e futuros da Engenharia e o perfil profissional. Metodologia de planejamento de carreira. Visão das empresas especializadas em recrutamento e seleção. Soft skills e métodos de avaliação. Transformação Digital na Engenharia, Conceitos e Práticas de ESG (Environmental, Social and Corporate Governance), Visão de líderes empresariais, pesquisadores e profissionais de destaque.				
EMC5200	Construindo Carreira em Engenharia	Op	72	4	800 horas
	Conceitos da Qualidade. Métodos e técnicas estatísticas básicas. Controle do produto acabado. Técnicas de controle de processos. Métodos Taguchi, QFD, FMEA, CEP, Seis Sigma e WCM, além de Normas ISO série 9000, 14000, 22000, 45000 dentre outras. CCO e Sistemas integrados de qualidade e Qualidade Total na prática.				
EMC5279	Projeto de Sistemas de Qualidade	Op	72	4	1500 horas



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: **Engenharia Mecânica**

Engenharia Mecânica-Área Térmica

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
Caracterização da microestrutura de materiais porosos. Modelos microestruturais. Equilíbrio de fases em meios porosos. Equação de Young-Laplace. Escoamentos monofásicos. Lei de Darcy. Permeabilidade intrínseca. Escoamentos multifásicos imiscíveis em meios porosos. Permeabilidades relativas. Métodos para a estimativa da permeabilidade intrínseca de materiais porosos. Permeabilidade intrínseca de rochas reservatório.						
EMC5409	Escoamento de Fluidos em Meios Porosos	Op	54	3		EMC5407
Introdução. Função distribuição e equação de Boltzmann. Métodos mesoscópicos em mecânica dos fluidos. Modelos de rede; modelo booleano e suas aplicações. Modelos de rede de Boltzmann para escoamentos monofásicos, aplicações e condições de contorno. Fluidos imiscíveis, molhabilidade e capilaridade.						
EMC5411	Introdução a Microfluidodinâmica	Op	54	3		EMC5407
Métodos de solução de problemas de Mecânica dos Fluidos e de Transferência de Calor. Equação da condução. Discretização pelo método das diferenças finitas. Discretização pelo método dos volumes finitos; método dos balanços e integração aproximada das equações diferenciais. Volumes adjacentes às fronteiras; aplicação das condições de contorno. Técnicas de solução dos sistemas lineares. Problemas não-lineares. Aplicações a problemas bi e tridimensionais em regime permanente. Condução transiente; formulações explícita e implícita. Problemas de difusão e advecção. Funções de interpolação. Falsa difusão. Cálculo do campo de velocidades. Métodos de solução simultâneo e segregado. Tratamento do acoplamento pressão-velocidade. Introdução ao EBFVM - Método dos Volumes Finitos baseado em Elementos; geração da malha, definições de elementos e volumes de controle. Pontos de integração e funções de forma. Aplicação de softwares comerciais para a solução de problemas reais de mecânica dos fluidos e transferência de calor.						
EMC5412	Transferência-Calor-Mecânica dos Fluidos Computacional	Op	54	3		EMC5405
Modelagem Multifásica; Escoamentos Gás-Líquido, Líquido-Líquido e Líquido-Líquido-Gás. Noções Básicas de Mudança de Fase e Equilíbrio Líquido-Vapor.						
EMC5413	Introdução aos Escoamentos Multifásicos	Op	54	3		EMC5407
Aplicação da transferência de calor em projetos de geradores de vapor. Fornalhas e processos de combustão e dimensionamento. Aproveitamento do calor residual dos gases de combustão. Superaquecedores, economizadores e pré-aquecedores de ar. Circulação e purificação do vapor.						
EMC5414	Geradores de Vapor	Op	36	2		2200 horas
Introdução aos trocadores de calor; Conceitos fundamentais; Metodologia de projeto, Projeto termo-hidráulico de trocadores bitubulares, casco-e-tubos, de placas e compactos.						
EMC5415	Trocadores de Calor	Op	54	3		(EMC5404 e) EMC5407)
Aspectos históricos. Princípio e limites de operação. Tensão superficial em líquidos. Capilaridade. Vaporização e condensação na interface líquido-vapor. Modelos de Nusselt para evaporação e condensação. Limite capilar. Pressão capilar. Limites de operação: viscoso, sônico, arrasto, ebulição. Modelos matemáticos para tubos de calor e termosifões. Tipos e classificação. Aspectos de projeto e fabricação.						
EMC5416	Tubos de Calor e Termosifões	Op	54	3		EMC5404
Sistema de combustão nos motores ICE e ICO, construção do diagrama indicado. Capacidade de ar nos motores de quatro tempos. Lavagem em motores de dois tempos. Análise térmica do conjunto. Balanço térmico de motores. Anteprojeto de motores. Análise dinâmica do mecanismo biela-manivela e do mecanismo de transmissão. Cálculo do volante.						
EMC5428	Projeto de Motores a Combustão Interna	Op	54	3		EMC5404
Permitir o entendimento, avaliação, discussão e análise dos fenômenos físicos que regem o funcionamento das máquinas de fluxo, seus principais modos de instalação, características de composição, montagem e funcionamento frente a situações diversas e dominar os fundamentos necessários para seu dimensionamento e seleção.						
EMC5429	Maquinas de Fluxo	Op	54	3		EMC5407
Medição de grandezas termodinâmicas: temperatura, pressão, fluxo de calor, velocidade e vazão. Estudo e execução de experimentos básicos em termodinâmica, mecânica dos fluidos e transmissão de calor.						
EMC5437	Experimentos Básicos em Ciências Térmicas	Op	54	3		(EMC5407 e) EMC5410)
Metodologia do projeto. Noções de economia aplicada à análise de investimentos. Ajustes de equações. Modelação. Simulação. Otimização. Técnicas de otimização aplicadas ao projeto de sistemas térmicos.						
EMC5444	Projeto de Sistemas Térmicos	Op	54	3		EMC5404



CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: Engenharia Mecânica

	Aplicações de tubulações no meio industrial. Critérios utilizados no dimensionamento e instalação de tubulações. Tensões admissíveis e noções de flexibilidade. Traçado e detalhamento de tubulações. Informações complementares.				
EMC5447	Tubulações Industriais	Op	54	3	EMC5471
	Aspectos gerais em conservação de energia na indústria. Combustíveis industriais. Balanço energético nacional. Tendência atuais. Auditoria energética. Balanço térmico de equipamentos. Primeira e segunda lei da termodinâmica. Energia eficiência energética. Cogeração. Recursos renováveis. Fontes alternativas de energia. Biogás, energia solar e energia eólica. Análise econômica.				
EMC5452	Conservação de Energia	Op	54	3	(EMC5406 ou EMC5418)
	Componentes básicos do ciclo, análise. Ciclo total de compressão de vapor, análise. Refrigerantes, testes da instalação. Processos Psicrométricos. Projetos de câmaras e de instalações de ar condicionado.				
EMC5453	Projeto em Refrigeração e Ar Condicionado	Op	54	3	EMC5472
	Captadores. Principais tipos de coletores. Noções sobre transporte pneumático. Cálculo de dutos. Seleção dos equipamentos. Detalhes de projeto. Balanceamento e testes das instalações.				
EMC5457	Ventilação Industrial	Op	54	3	EMC5407
	Fundamentos. Equações de transferência de massa. Difusão em regime transiente. Transferência de massa por convecção. Processos de interface. Correlações. Aplicações.				
EMC5458	Transporte de Massa	Op	54	3	EMC5407
	Revisão de transferência de calor. Radiação solar. Coletores planos. Dimensionamento de coletores. Desempenho. Fatores de transferência de calor. Armazenamento do calor.				
EMC5459	Energia Solar	Op	54	3	
	Unidades geradoras de vapor. Tipos existentes e princípio de funcionamento. Componentes principais. Rendimento térmico. Aspectos gerais sobre fornalhas. Combustíveis industriais. Teoria da combustão. Aspectos gerais sobre caldeiras. Circulação natural, assistida e forçada. Acessórios. Controle e segurança de caldeiras. Tiragem. Transferência de calor em fornalhas. Convecção e radiação gasosa em feixes tubulares. Balanço energético de caldeiras. Economia de energia. Tubulações de vapor. Metodologia de projeto de tubulações. Traçado de tubulações em isométrico e em planta baixa. Sistemas de controle de temperatura e de pressão do vapor. Acessórios. Dilatação térmica e flexibilidade de tubulações. Perdas de calor e formação de condensado. Purgadores de vapor.				
EMC5471	Geração e Distribuição de Vapor	Op	54	3	EMC5404
	Aspectos teóricos e ambientais. Sistemas de único estágio, ciclo de refrigeração de Carnot, ciclo de refrigeração padrão, ciclos com subresfriamento e superaquecimento, ciclo com trocador de calor intermediário. Sistemas de múltiplos estágios, componentes adicionais, ciclos com múltiplos componentes. Dispositivos de expansão fixa, válvula de expansão manual, tubos capilares, tubos curtos. Dispositivos de expansão variável, válvulas de expansão tipo bóia, válvulas de expansão pressostáticas, válvulas de expansão termostáticas, válvulas elétricas. Compressores alternativos, processo de compressão, rendimento volumétrico, métodos de controle de capacidade. Propriedades psicrométricas. Processos psicrométricos. Sistemas psicrométricos de zona única, controle do ar externo, sistema clássico de verão. Sistemas psicrométricos de zonas múltiplas, sistemas com resaquecimento terminal, sistemas de dutos duplos. Sistemas de volume de ar variável.				
EMC5472	Princípios de Refrigeração e Condicionamento de Ar	Op	54	3	EMC5404
	Motores de combustão interna. Conceitos fundamentais. Ciclos teóricos e indicados. Combustíveis. Sistemas de lubrificação de refrigeração e de distribuição. Desempenho de motores. Combustão nos motores ICO e ICE. Ignição. Sistemas de alimentação. Injeção. Sobrealimentação. Detecção de defeitos.				
EMC5473	Motores a Combustão Interna	Op	36	2	(EMC5407 e) EMC5417)
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5482	Tópicos Especiais Ciências Térmicas II	Op	54	3	
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5483	Tópicos Especiais Ciências Térmicas III	Op	54	3	
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5484	Tópicos Especiais Ciências Térmicas IV	Op	72	4	
	Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.				
EMC5485	Tópicos Especiais Ciências Térmicas V	Op	36	2	



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: **203 - ENGENHARIA MECÂNICA**
Currículo: **20061**

Habilitação: Engenharia Mecânica

Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.

EMC5486 Tópicos Especiais Ciências Térmicas VI Op 54 3

Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.

EMC5487 Tópicos Especiais Ciências Térmicas VII Op 54 3

Disciplina genérica a ser utilizada para ministrar algum tópico especial, de caráter temporário, da Área de Ciências Térmicas. A ementa será definida conforme o tópico abordado.

EMC5488 Tópicos Especiais Ciências Térmicas VIII Op 54 3

EMC5489 Energias Renováveis Op 54 3 (EMC5405 e/ EMC5407)

Disciplinas Extra Curso

Disciplina	Tipo	H/A	Aulas	Equivalentes	Pré-Requisito	Conjunto
EMC5041 Intercâmbio Extra Curso 1	Ex	18	1			
EMC5042 Intercâmbio Extra Curso 2	Ex	18	1			
EMC5043 Intercâmbio Extra Curso 3	Ex	36	2			
EMC5044 Intercâmbio Extra Curso 4	Ex	36	2			
EMC5045 Intercâmbio Extra Curso 5	Ex	36	2			
EMC5046 Intercâmbio Extra Curso 6	Ex	54	2			
EMC5047 Intercâmbio Extra Curso 7	Ex	54	2			
EMC5048 Intercâmbio Extra Curso 8	Ex	54	3			
EMC5049 Intercâmbio Extra Curso 9	Ex	72	4			
EMC5050 Intercâmbio Extra Curso 10	Ex	72	4			
EMC5051 Intercâmbio Extra Curso 11	Ex	72	4			
EMC5052 Intercâmbio Extra Curso 12	Ex	72	4			

Observações

Para efeito de integralização curricular, o aluno deverá ter cursado e aprovado todas as disciplinas obrigatórias e no mínimo 576 horas-aulas de disciplinas Optativas nas quais podem ser contabilizadas até 162h-a do Bloco Especial (portaria n.25/PREG/2008 de 15/09/2008). Conforme a Portaria n. 298/PROGRAD/2013, artigo 1º na contagem das disciplinas Optativas podem ser incluídas no máximo 108 a de disciplinas Extracurso (EX), de livre escolha dentre as disciplinas oferecidas pela UFSC, obedecendo-se os respectivos pré-requisitos.

Parágrafo Único - As disciplinas de EFC (Educação Física Curricular) não serão consideradas para efeito de integralização curricular. Disciplinas cursadas durante Intercambio podem ser validadas como disciplinas Optativas das áreas de Projeto, Fabricação, Térmica e Extracurso (portaria n. 751/PROGRAD/2013). A disciplina EMC5443 (Fundamentos de Sistemas Hidráulicos) deve ser cumprida pelos alunos com matrícula a partir de 2014.1 (portaria n. 712/PROGRAD/2013).

Parágrafo 1º - Ficam dispensados do cumprimento da DISCIPLINA MTM3100 (Pré-Cálculo) todos os alunos com ingresso no curso



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Pró-Reitoria de Graduação
Departamento de Administração Escolar

CURRÍCULO DO CURSO

Curso: 203 - ENGENHARIA MECÂNICA
Currículo: 20061

até 2016.2, inclusive. Portaria 721/PROGRAD/20162

Parágrafo 2º - Ficam dispensados do cumprimento do pré-requisito MTM3100 (Pré-Cálculo) da DISCIPLINA MTM3101 (Cálculo I) todos os alunos com ingresso no curso até 2016.2, inclusive. Portaria 721/PROGRAD/2016.2.

Parágrafo 3º - Será efetivada a matrícula na DISCIPLINA MTM3101 (Cálculo I) apenas se os alunos, com ingresso a partir de 2017.1 inclusive, cumprirem a DISCIPLINA MTM3100 (Pré-Cálculo) mediante a aprovação na prova de proficiência em Cálculo prevista no calendário acadêmico ou se cursarem com aprovação a disciplina MTM3100 durante o semestre letivo. Portaria 721/PROGRAD/2016.

Legenda: Tipo: Ob=Disciplina Obrigatória; Op=Disciplina Optativa; Es=Estágio; Ex=Extracurso; H/A=Hora Aula Equivalente; Disciplina equivalente; Conjunto: Disciplinas que devem ser cursadas em conjunto

ANEXO C – NOVA GRADE CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UFSC

	1º Fase	2º Fase	3º Fase	4º Fase	5º Fase	6º Fase	7º Fase	8º Fase	9º Fase	10º Fase	11º Fase	12º Fase
Representação Gráfica (Matr.)	3	Resposta a Perguntas (Resposta)	3	Cálculo Matemático em Computadores	4	Matr. II	4	Mecânica Fluidos II	3	Termodinâmica	3	Programas de Trabalho de Curso
Ciência Tecnológica	4	Matr. I	4	Matr. I (Matr. I - 1)	3	Laboratório de Propriedades Mecânicas	3	Termodinâmica I	3	Mecânica dos Fluidos Computacional (I)	4	Proj. de Máq. (Técnicas I)
Matr. I	4	Matr. I (Matr. I - 1)	3	Matr. I (Matr. I - 1)	3	Mecânica dos Fluidos	4	Termodinâmica de Máq. e Sistemas de Refrig. de Refrig.	4	Projeto Integrado em Engenharia Mecânica	4	Termodinâmica e Eletromagnetismo
Introdução à Ciência da Computação	2	Algebra Linear	3	Mecânica dos Fluidos II	4	Mecânica	4	Mecânica dos Fluidos Computacional (I)	4	Fundamentos de Máquinas	4	Laboratório em Mecânica e Eletrônica
Matr. II	4	Matr. II	4	Mecânica dos Fluidos para Engenharia	3	Termodinâmica I	4	Termodinâmica de Máq. e Sistemas de Refrig. de Refrig.	4	Projeto Integrado em Engenharia Mecânica	4	Introdução à Engenharia de Software
Introdução à Engenharia Mecânica	4	Matr. I	4	Fundamentos de Mecânica	4	Mecânica dos Fluidos	4	Mecânica dos Fluidos	4	Fundamentos de Máquinas	4	Introdução à Engenharia de Software
				Laboratório em Ciências Exatas	3	Termodinâmica I	4	Mecânica dos Fluidos	4	Fundamentos de Máquinas	4	Introdução à Engenharia de Software
				Laboratório em Ciências Exatas	3	Termodinâmica I	4	Mecânica dos Fluidos	4	Fundamentos de Máquinas	4	Introdução à Engenharia de Software
Matr. I	4	Matr. I	4	Matr. I	4	Matr. I	4	Matr. I	4	Matr. I	4	Matr. I
Matr. II	4	Matr. II	4	Matr. II	4	Matr. II	4	Matr. II	4	Matr. II	4	Matr. II
Matr. III	4	Matr. III	4	Matr. III	4	Matr. III	4	Matr. III	4	Matr. III	4	Matr. III
Matr. IV	4	Matr. IV	4	Matr. IV	4	Matr. IV	4	Matr. IV	4	Matr. IV	4	Matr. IV
Matr. V	4	Matr. V	4	Matr. V	4	Matr. V	4	Matr. V	4	Matr. V	4	Matr. V
Matr. VI	4	Matr. VI	4	Matr. VI	4	Matr. VI	4	Matr. VI	4	Matr. VI	4	Matr. VI
Matr. VII	4	Matr. VII	4	Matr. VII	4	Matr. VII	4	Matr. VII	4	Matr. VII	4	Matr. VII
Matr. VIII	4	Matr. VIII	4	Matr. VIII	4	Matr. VIII	4	Matr. VIII	4	Matr. VIII	4	Matr. VIII
Matr. IX	4	Matr. IX	4	Matr. IX	4	Matr. IX	4	Matr. IX	4	Matr. IX	4	Matr. IX
Matr. X	4	Matr. X	4	Matr. X	4	Matr. X	4	Matr. X	4	Matr. X	4	Matr. X
Matr. XI	4	Matr. XI	4	Matr. XI	4	Matr. XI	4	Matr. XI	4	Matr. XI	4	Matr. XI
Matr. XII	4	Matr. XII	4	Matr. XII	4	Matr. XII	4	Matr. XII	4	Matr. XII	4	Matr. XII
Matr. XIII	4	Matr. XIII	4	Matr. XIII	4	Matr. XIII	4	Matr. XIII	4	Matr. XIII	4	Matr. XIII
Matr. XIV	4	Matr. XIV	4	Matr. XIV	4	Matr. XIV	4	Matr. XIV	4	Matr. XIV	4	Matr. XIV
Matr. XV	4	Matr. XV	4	Matr. XV	4	Matr. XV	4	Matr. XV	4	Matr. XV	4	Matr. XV
Matr. XVI	4	Matr. XVI	4	Matr. XVI	4	Matr. XVI	4	Matr. XVI	4	Matr. XVI	4	Matr. XVI
Matr. XVII	4	Matr. XVII	4	Matr. XVII	4	Matr. XVII	4	Matr. XVII	4	Matr. XVII	4	Matr. XVII
Matr. XVIII	4	Matr. XVIII	4	Matr. XVIII	4	Matr. XVIII	4	Matr. XVIII	4	Matr. XVIII	4	Matr. XVIII
Matr. XIX	4	Matr. XIX	4	Matr. XIX	4	Matr. XIX	4	Matr. XIX	4	Matr. XIX	4	Matr. XIX
Matr. XX	4	Matr. XX	4	Matr. XX	4	Matr. XX	4	Matr. XX	4	Matr. XX	4	Matr. XX
Matr. XXI	4	Matr. XXI	4	Matr. XXI	4	Matr. XXI	4	Matr. XXI	4	Matr. XXI	4	Matr. XXI
Matr. XXII	4	Matr. XXII	4	Matr. XXII	4	Matr. XXII	4	Matr. XXII	4	Matr. XXII	4	Matr. XXII
Matr. XXIII	4	Matr. XXIII	4	Matr. XXIII	4	Matr. XXIII	4	Matr. XXIII	4	Matr. XXIII	4	Matr. XXIII
Matr. XXIV	4	Matr. XXIV	4	Matr. XXIV	4	Matr. XXIV	4	Matr. XXIV	4	Matr. XXIV	4	Matr. XXIV
Matr. XXV	4	Matr. XXV	4	Matr. XXV	4	Matr. XXV	4	Matr. XXV	4	Matr. XXV	4	Matr. XXV
Matr. XXVI	4	Matr. XXVI	4	Matr. XXVI	4	Matr. XXVI	4	Matr. XXVI	4	Matr. XXVI	4	Matr. XXVI
Matr. XXVII	4	Matr. XXVII	4	Matr. XXVII	4	Matr. XXVII	4	Matr. XXVII	4	Matr. XXVII	4	Matr. XXVII
Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII	4	Matr. XXVIII
Matr. XXIX	4	Matr. XXIX	4	Matr. XXIX	4	Matr. XXIX	4	Matr. XXIX	4	Matr. XXIX	4	Matr. XXIX
Matr. XXX	4	Matr. XXX	4	Matr. XXX	4	Matr. XXX	4	Matr. XXX	4	Matr. XXX	4	Matr. XXX
Matr. XXXI	4	Matr. XXXI	4	Matr. XXXI	4	Matr. XXXI	4	Matr. XXXI	4	Matr. XXXI	4	Matr. XXXI
Matr. XXXII	4	Matr. XXXII	4	Matr. XXXII	4	Matr. XXXII	4	Matr. XXXII	4	Matr. XXXII	4	Matr. XXXII
Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII	4	Matr. XXXIII
Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV	4	Matr. XXXIV
Matr. XXXV	4	Matr. XXXV	4	Matr. XXXV	4	Matr. XXXV	4	Matr. XXXV	4	Matr. XXXV	4	Matr. XXXV
Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI	4	Matr. XXXVI
Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII	4	Matr. XXXVII
Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII	4	Matr. XXXVIII
Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX	4	Matr. XXXIX
Matr. XL	4	Matr. XL	4	Matr. XL	4	Matr. XL	4	Matr. XL	4	Matr. XL	4	Matr. XL
Matr. XLI	4	Matr. XLI	4	Matr. XLI	4	Matr. XLI	4	Matr. XLI	4	Matr. XLI	4	Matr. XLI
Matr. XLII	4	Matr. XLII	4	Matr. XLII	4	Matr. XLII	4	Matr. XLII	4	Matr. XLII	4	Matr. XLII
Matr. XLIII	4	Matr. XLIII	4	Matr. XLIII	4	Matr. XLIII	4	Matr. XLIII	4	Matr. XLIII	4	Matr. XLIII
Matr. XLIV	4	Matr. XLIV	4	Matr. XLIV	4	Matr. XLIV	4	Matr. XLIV	4	Matr. XLIV	4	Matr. XLIV
Matr. XLV	4	Matr. XLV	4	Matr. XLV	4	Matr. XLV	4	Matr. XLV	4	Matr. XLV	4	Matr. XLV
Matr. XLVI	4	Matr. XLVI	4	Matr. XLVI	4	Matr. XLVI	4	Matr. XLVI	4	Matr. XLVI	4	Matr. XLVI
Matr. XLVII	4	Matr. XLVII	4	Matr. XLVII	4	Matr. XLVII	4	Matr. XLVII	4	Matr. XLVII	4	Matr. XLVII
Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII	4	Matr. XLVIII
Matr. XLIX	4	Matr. XLIX	4	Matr. XLIX	4	Matr. XLIX	4	Matr. XLIX	4	Matr. XLIX	4	Matr. XLIX
Matr. L	4	Matr. L	4	Matr. L	4	Matr. L	4	Matr. L	4	Matr. L	4	Matr. L
Matr. LI	4	Matr. LI	4	Matr. LI	4	Matr. LI	4	Matr. LI	4	Matr. LI	4	Matr. LI
Matr. LII	4	Matr. LII	4	Matr. LII	4	Matr. LII	4	Matr. LII	4	Matr. LII	4	Matr. LII
Matr. LIII	4	Matr. LIII	4	Matr. LIII	4	Matr. LIII	4	Matr. LIII	4	Matr. LIII	4	Matr. LIII
Matr. LIV	4	Matr. LIV	4	Matr. LIV	4	Matr. LIV	4	Matr. LIV	4	Matr. LIV	4	Matr. LIV
Matr. LV	4	Matr. LV	4	Matr. LV	4	Matr. LV	4	Matr. LV	4	Matr. LV	4	Matr. LV
Matr. LVI	4	Matr. LVI	4	Matr. LVI	4	Matr. LVI	4	Matr. LVI	4	Matr. LVI	4	Matr. LVI
Matr. LVII	4	Matr. LVII	4	Matr. LVII	4	Matr. LVII	4	Matr. LVII	4	Matr. LVII	4	Matr. LVII
Matr. LVIII	4	Matr. LVIII	4	Matr. LVIII	4	Matr. LVIII	4	Matr. LVIII	4	Matr. LVIII	4	Matr. LVIII
Matr. LVIX	4	Matr. LVIX	4	Matr. LVIX	4	Matr. LVIX	4	Matr. LVIX	4	Matr. LVIX	4	Matr. LVIX
Matr. LX	4	Matr. LX	4	Matr. LX	4	Matr. LX	4	Matr. LX	4	Matr. LX	4	Matr. LX
Matr. LXI	4	Matr. LXI	4	Matr. LXI	4	Matr. LXI	4	Matr. LXI	4	Matr. LXI	4	Matr. LXI
Matr. LXII	4	Matr. LXII	4	Matr. LXII	4	Matr. LXII	4	Matr. LXII	4	Matr. LXII	4	Matr. LXII
Matr. LXIII	4	Matr. LXIII	4	Matr. LXIII	4	Matr. LXIII	4	Matr. LXIII	4	Matr. LXIII	4	Matr. LXIII
Matr. LXIV	4	Matr. LXIV	4	Matr. LXIV	4	Matr. LXIV	4	Matr. LXIV	4	Matr. LXIV	4	Matr. LXIV
Matr. LXV	4	Matr. LXV	4	Matr. LXV	4	Matr. LXV	4	Matr. LXV	4	Matr. LXV	4	Matr. LXV
Matr. LXVI	4	Matr. LXVI	4	Matr. LXVI	4	Matr. LXVI	4	Matr. LXVI	4	Matr. LXVI	4	Matr. LXVI
Matr. LXVII	4	Matr. LXVII	4	Matr. LXVII	4	Matr. LXVII	4	Matr. LXVII	4	Matr. LXVII	4	Matr. LXVII
Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII	4	Matr. LXVIII
Matr. LXIX	4	Matr. LXIX	4	Matr. LXIX	4	Matr. LXIX	4	Matr. LXIX	4	Matr. LXIX	4	Matr. LXIX
Matr. LXX	4	Matr. LXX	4	Matr. LXX	4	Matr. LXX	4	Matr. LXX	4	Matr. LXX	4	Matr. LXX
Matr. LXXI	4	Matr. LXXI	4	Matr. LXXI	4	Matr. LXXI	4	Matr. LXXI	4	Matr. LXXI	4	Matr. LXXI
Matr. LXXII	4	Matr. LXXII	4	Matr. LXXII	4	Matr. LXXII	4	Matr. LXXII	4	Matr. LXXII	4	Matr. LXXII
Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII	4	Matr. LXXIII
Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV	4	Matr. LXXIV
Matr. LXXV	4	Matr. LXXV	4	Matr. LXXV	4	Matr. LXXV	4	Matr. LXXV	4	Matr. LXXV	4	Matr. LXXV
Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI	4	Matr. LXXVI
Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII	4	Matr. LXXVII
Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII	4	Matr. LXXVIII
Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX	4	Matr. LXXIX
Matr. LXXX	4	Matr. LXXX	4	Matr. LXXX	4	Matr. LXXX	4	Matr. LXXX	4	Matr. LXXX	4	Matr. LXXX
Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI	4	Matr. LXXXI
Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII	4	Matr. LXXXII
Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII	4	Matr. LXXXIII
Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV	4	Matr. LXXXIV
Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV	4	Matr. LXXXV
Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI	4	Matr. LXXXVI
Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII	4	Matr. LXXXVII
Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII	4	Matr. LXXXVIII
Matr. LXXXIX	4	Matr.										

APÊNDICE A – VERSÃO 1 DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS REGULARES DO EMC

Estudantes de Engenharia de Materiais e Engenharia Mecânica da UFSC - Técnica Delphi

Prezado(s) participante(s),

Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa, parte do doutorado do Professor Sérgio Gergioni, chefe do Departamento de Engenharia Mecânica, em realização junto ao PPGESC/UFSC. Ainda, parte dos resultados dessa pesquisa serão utilizados pelo graduando de Engenharia Mecânica, André Scheiv de Weik, em seu Trabalho de Conclusão de Curso.

Essa pesquisa tem como objetivo analisar os fatores associados ao perfil do estudante e sua percepção sobre seu curso de graduação. É voltado aos estudantes de Engenharia de Materiais e Engenharia Mecânica da UFSC cuja matrícula seja anterior à 2015 T e transferências internas/transição curricular anterior ao semestre 2013.1, podendo resultar em melhorias nesses cursos.

As questões foram elaboradas sob o olhar das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2013), Curricularização do Estágio (regulamentada pela Resolução nº 7 MEC/CNE/CES, de 18 de dezembro de 2018), Empreendedorismo de Base Tecnológica e sob a Iniciativa CDO (Conceive, Design, Implement, Operate).

A pesquisa será realizada usando a Técnica Delphi, que busca encontrar soluções para problemas complexos, como previsões de futuro - no caso uma proposta de como o curso poderá se a ser organizado - através do consenso entre um grupo de especialistas (aqui, os estudantes supracitados que estejam dispostos a participar de todas as suas etapas). Para isso, serão elaboradas questões várias, sendo esta o primeiro delas, referente à primeira etapa da pesquisa. São de 2 a 4 etapas, distribuídas ao longo de aproximadamente 4 meses.

O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de aproximadamente 20-25 minutos.

Não é obrigatório responder a todas as perguntas, apenas às que estão com asterisco (*).

Os dados fornecidos serão confidenciais, analisados em conjunto com as respostas dos demais participantes. Os dados de identificação individual são solicitados apenas em função do uso da Técnica Delphi, que solicita a participação dos mesmos respondentes em diferentes etapas.

Caso tenha alguma dúvida, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, o professor Sérgio Luiz Gergioni, do Departamento de Engenharia Mecânica (EMC).

Pesquisador Responsável:

Sérgio Luiz Gergioni

Docente no Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.

Endereço: Campus Universitário Ritor João David Ferreira Lima, s/nº

Trindade – Florianópolis – SC, CEP: 88040-900

E-mail: sergio.gergioni@ufsc.br Telefone do Departamento: (48) 3721-4721

Pesquisadores auxiliares

André Scheiv de Weik

Júlia Farias Pereira

Tânia Regina Schweninger Rauzen

Endereço do EMC

Centro Tecnológico - UFSC, Caixa Postal 476 - Campus Universitário - Trindade, 88040-900 Florianópolis - SC.

E-mail: chefe.emc@contato.ufsc.br Telefone: (48) 3721-4721.

Objetivo

1. Concordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido *

O termo mencionado é o texto inserido logo acima. Caso não concorde com ele, basta não participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval:

Sim

Não

Identificação do estudante

Aqui as perguntas são direcionadas a entender melhor a realidade individual de cada estudante, e as respostas daqui serão cruzadas com as das demais seções, visando encontrar correlações entre elas. Lembramos que apenas os pesquisadores terão acesso a todas as informações aqui inseridas pelos respondentes.

2. Nome completo *

3. Matrícula *

4. E-mail preferencial *

5. Celular/WhatsApp *

6. Você está matriculado em qual curso? *

Marcar apenas uma oval:

Engenharia de Materiais

Engenharia Mecânica

7. Qual percentual do seu curso de graduação você já completou? (Cada semestre equivale a 10%, cada trimestre equivale a aproximadamente 7%)*

Marcar apenas uma oval.

- 40 - 50%
- 51 - 60%
- 61 - 70%
- 71 - 80%
- 81 - 90%
- 91 - 99%
- Outro: _____

8. Você se formou em algum curso técnico? (Integrado ou não ao ensino médio, como IFSC e SENAI, respectivamente)*

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

9. Se fez curso técnico, em qual instituição e curso? (Por exemplo: Ensino Médio Técnico Integrado em Mecânica no IFSC ou Mecânica de Usinagem Convencional no SENAI)

Não é necessário responder a essa pergunta.

10. Se você realizou o curso técnico, esta experiência lhe agregou vantagens no curso de Engenharia?

Não é necessário responder a essa pergunta.

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

11. Se você realizou o curso técnico, qual a principal vantagem que ele agregou a você?

Não é necessário responder a essa pergunta.

12. Essa foi sua primeira opção de curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não lembro

13. Por que você escolheu esse curso?

Não é necessário responder a essa pergunta.

14. Você já iniciou outro curso superior? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

15. Se sim, qual?

Não é necessário responder a essa pergunta.

16. Você se formou em outro curso superior? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 não

17. Se sim, qual?

Não é necessário responder a esta pergunta.

18. Você já pensou em abandonar ou mudar de curso? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 não

19. Se sim, por qual razão? (Por exemplo: redirecionamento de carreira)

Não é necessário responder a esta pergunta.

20. Se já considerou a possibilidade de mudar de curso, para qual você iria? (Exemplo: Medicina na UFSC)

Não é necessário responder a esta pergunta.

21. Na sua opinião, o que um Engenheiro graduado no seu curso faz? *

Marque todos os cursos aplicáveis.

- Projeta máquinas
 Constrói estruturas
 Desenvolve/estuda materiais e/ou suas aplicações
 Desenvolve processos
 Mantém organizações
 Aplica as ciências e a matemática
 Empreende criando empresas
 Empreende socialmente
 Muda o mundo a nossa volta
 Outro _____

22. Selecione os grupos em que atua: *

Caso não tenha atuado em nenhum, selecione o campo "Não atua". Caso tenha atuado em algum grupo que não está listado, fique à vontade para inserir-lo no campo "Outros".

Marque todos que se aplicam:

- NIBASUEI
- LABMETRO
- LABSOLODA
- Labconf
- LABHP
- LEBM
- LEPTEN
- LMP
- LMPT
- LVA
- LabCET
- LabMAT
- LabTermo
- Polo
- LABROBÓTICA (LARLAB)
- BINMEC
- CERMAT
- NIMMA
- INEPET
- USICDN
- VITRODER
- GRANTE
- BRUCCO
- NEDIP
- LCM
- Associação UFSC F-SAE Elétrico
- ATM UFSC (Associação Atlética BMC)
- Apex Rocketry
- CAMAT (Centro Acadêmico de Engenharia de Materiais)
- CAME (Centro Acadêmico de Engenharia Mecânica)
- C&A/Aviônicos
- E3 (Equipe UFSC de Eficiência Energética)
- EJM (Empresa Júnior de Engenharia de Materiais)
- Fundo Catarinense
- R CONSULTORIA
- NAE UFSC (Núcleo Estudantil da Associação Brasileira de Educação em Engenharia na UFSC)
- Neo Empresarial
- PETMA
- SACMAT (Semana Acadêmica de Engenharia de Materiais)
- SAMEC (Semana Acadêmica de Engenharia Mecânica)
- UFSC Baja SAE
- UFSC Complete
- Vento Sul - Banco Solar UFSC
- Outro: _____

23. O trabalho nesses grupos é importante para sua formação ou seu futuro? *

Marque apenas uma opção:

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

24. As atividades existentes hoje no curso são suficientes para atingir todos os perfis de egressos (laboratórios, iniciação científica, equipes de competição, PET, Neo-Empresarial, Semina Acadêmica, empresa júnior e outras) ?

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

25. Se não participou, participaria se os créditos dessas atividades fossem validados como horas no currículo? Não é necessário responder a essa pergunta.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

26. Eu gostaria que atividades como participação em equipes de competição, empresa júnior e grupos de estudo (ou semelhantes) fossem validadas no currículo como horas ?

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

27. Selecione as experiências que teve durante sua graduação *

Marcar todas que se aplicam.

- Iniciação Científica
 Mentoria de disciplina
 Atividades de interesse
 Estágio não obrigatório
 Estágio obrigatório
 Direci sobre atividades remuneradas
 Abrir um negócio/empresa
 Nenhuma dessas opções
 Outro _____

28. Essas experiências são importantes para sua formação ou seu futuro ?

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

29. Se já realizou atividades de intercâmbio, em que local? (Em que empresa/universidade, cidade e país. Por exemplo: intercâmbio acadêmico na RWTH em Aachen)
Não é necessário responder a essa pergunta.

30. Se já realizou estágio, em que área e empresa/organização atuou? (Por exemplo: Estágio em Geolitec na Ambev)
Não é necessário responder a essa pergunta.

31. Seleccione as atividades que você já realizou durante sua graduação.*

Marque todas as opções.

- Conduziu uma pesquisa de mercado e análise para um novo produto, serviço ou tecnologia
- Fez a apresentação em Elevator Pitch (apresentar uma ideia em cerca de 2 minutos para convencer outras pessoas)
- Desenvolveu um produto real ou tecnologia para algum cliente
- Escreveu um plano de negócios
- Participou de alguma competição de empreendedorismo
- Participou de algum workshop de empreendedorismo
- Estive envolvido no processo de patentear algum produto
- Nenhuma das opções acima

32. Você cursou alguma disciplina obrigatória que tenha possibilitado uma interação dialógica com empresas ou com a sociedade?*

Por exemplo: um desafio na disciplina de Projeto Integrado que tenha possibilitado a interação com uma empresa, com troca de conhecimentos e experiências práticas.

Marque apenas uma oval.

- Sim
- Não

33. Você já cursou disciplinas relacionadas a empreendedorismo?*

Marque apenas uma oval.

- Nunca cursei e não tenho interesse
- Nunca cursei, mas tenho interesse
- Já cursei uma e não achei relevante para a minha formação
- Já cursei uma (ou mais) e achei relevante para a minha formação

34. Se sim, qual disciplina? De qual departamento?

Não é necessário responder a essa pergunta.

35. Você já pensou em empreender?*

Marque apenas uma oval.

- Nunca tive interesse
- Desde antes de entrar na faculdade
- Foi incentivado durante a faculdade
- Já tive interesse, mas após iniciar a graduação passei a priorizar outras possibilidades

36. Pensa em empreender em qual ramo, dentre as opções a seguir?*

Marque apenas uma oval.

- Software
- Hardware
- Software + hardware
- Não penso em empreender.

37. Em relação à pergunta anterior, por qual motivo escolheu esse(s) ramo(s)?

Não é necessário responder a essa pergunta.

Agora, finalizamos a seção de identificação do estudante e passaremos para as questões relacionadas à sua percepção sobre o curso.

Educação
em
Engenharia
e
Organização
do Curso

Essa seção contém 4 temas:

1. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Graduação em Engenharia, instituídas pela Resolução nº 2 de 24 de abril de 2018 definem, dentre outras características, perfil e competências esperados do egresso e formas de organização, ensino e avaliação dos cursos de graduação em engenharia do Brasil. Leia as diretrizes por completo em: <https://www.ces.br/atastos/legislacao/Resolucao-CNE-CEB-002-2018-04-18.pdf>

2. A iniciativa CDIO se refere à "Conceive, Design, Implement, Operate". Se trata de um método inovador de ensino de Engenharia, cujo foco está em capacitar o estudante no "aprender a fazer", com aprendizagem baseada em projetos realizados em grupo. Leia mais em: <https://www.cdio.org/>

3. Avaliação do empreendedorismo voltado à empresas de base tecnológica na UFSC, com foco na percepção dos estudantes de engenharia sobre como o tema se insere e deveria se inserir na graduação, bem como a avaliação dos perfis dos graduandos no que se refere à intenção de empreender. As questões relativas à isso foram elaboradas com base nos trabalhos disponíveis no link: <https://repositorio.ufsc.br/handle/10183/20404>

4. As universidades se baseiam em 3 pilares: ensino, pesquisa e extensão. Até 2024, os cursos de graduação deverão dedicar, no mínimo, 10% de sua carga horária total às atividades de extensão universitária. Leia mais sobre o assunto em: <https://www.ufsc.br/portal/ufsc/extensiones/ufsc.br/>

38. Qual seu grau de dedicação às disciplinas? *

Atenção: esta é a única questão avaliada de "Muito baixo" a "Muito alto".

Marque apenas uma opção.

Muito baixo

1

2

3

4

Muito alto

39. Está satisfeito com a atenção dada, durante o curso, a: *

Marque todas que se aplicam.

- Legislação envolvendo as atividades de Engenharia.
- Aspectos globais.
- Aspectos políticos.
- Aspectos econômicos.
- Aspectos sociais.
- Aspectos ambientais.
- Aspectos culturais.
- Aspectos de saúde e segurança do trabalho.
- Aspectos técnicos de engenharia.

40. Com base nas disciplinas obrigatórias que cursou, o conteúdo do curso está me preparando para: *

Marque todas que se aplicam.

- Mestrado e doutorado (pesquisador de engenharia).
- Trabalhar em empresas.
- Empreendedor.
- Outro: _____

A partir daqui, pedimos que você avalie as afirmações e indique, de 1 a 4, seu grau de concordância com cada uma (sendo 1 "Discordo completamente" e 4 "Concordo completamente").

41. Foi bem acolhido no curso quando era calouro. *

Marque apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

42. Estou satisfeito com o curso e animado para continuar. *

Mencione apenas uma opção

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

43. Uso, por conta própria, recursos online para aprender, complementar ou revisar algo que foi passado pelo professor. *

Mencione apenas uma opção

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

44. Sinto-me sobrecarregado com as aulas e atividades das disciplinas. *

Mencione apenas uma opção

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

45. As disciplinas do currículo têm boa integração entre si. *

Mencione apenas uma opção

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

46. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores do Departamento de Engenharia Mecânica. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

47. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores dos Departamentos de Física e Matemática. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

48. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores de outros Departamentos. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

49. O curso seria melhor se tivesse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros 2 anos (disciplinas de engenharia aplicada). *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

50. As disciplinas apresentam tópicos bastante atualizados e coerentes com as demandas da sociedade atual. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

51. Conheço as áreas de trabalho da engenharia que estou cursando e sei com o que posso trabalhar quando me formar. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

52. Estou preparado para liderar pessoas em organizações. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

53. Participo de eventos relacionados à Engenharia e/ou carreira (feiras, congressos, seminários). *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

54. Conheço a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje. *

Marcar apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

55. Estou satisfeito com a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje. *

Marcar apenas uma opção.

Não posso opinar (não curso a disciplina)

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

56. Gostaria que o Trabalho de Conclusão de Curso pudesse ser realizado em equipe. *

Marcar apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

57. Adquiri e desenvolvi competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) fundamentais para a atuação em engenharia. *

Marcar apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

58. Hoje o curso me motiva a aprender. *

Mencione apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

59. Seleção de 1 a 4, sendo 1 discordo totalmente e 4 concordo totalmente. *

Mencione apenas uma opção por linha.

	1	2	3	4
Assumiria riscos de fundar uma startup	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tenho controle sobre o que acontece na minha vida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minha capacidade analítica é satisfatória	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minhas habilidades de comunicação e escrita são satisfatórias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minhas habilidades de apresentação em público são satisfatórias (oratória, organização, entre outras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sou capaz de avaliar boas ideias de negócios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Exibento incertezas satisfatoriamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vejo muitas barreiras para empreender na área do meu curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vejo diversas oportunidades para empreender na área de engenharia que estou cursando (investimento, inovação e aceleração)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

60. Para cada afirmação, indique quão confiante você está de que tem a habilidade ou que poderia realizar a tarefa agora (1 = Não tenho confiança; 4 = Muito confiante) *

Marcar apenas uma opção:

	1	2	3	4
Liderar um grupo técnico para desenvolver um produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Traduzir necessidades de usuários em requisitos de produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Convencer um cliente a testar um novo produto pela primeira vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elaborar uma estratégia para lançar um novo produto no mercado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escrever um plano de negócios claro e completo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Negociar com fornecedores para assegurar melhores preços.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconhecer se uma ideia é boa suficiente para iniciar um empreendimento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimar os custos de iniciar um negócio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

61. Me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação. *

Marcar apenas uma opção:

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

62. Disciplinas práticas me interessam mais que as teóricas. *

Marcar apenas uma opção:

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

53. Disciplinas práticas deveriam envolver conceitos e experiências empreendedoras (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

54. As avaliações atuais refletem meu conhecimento. *

Considere o modelo de avaliação mais comum entre as disciplinas.

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

55. Sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto (por exemplo Projeto Integrado e Laboratório em Manufatura e Metrologia). *

Marcar apenas uma oval.

Ainda não cursei disciplinas de projeto.

Discordo totalmente.

Discordo parcialmente.

Concordo parcialmente.

Concordo totalmente.

56. As disciplinas deveriam aproveitar mais os laboratórios do EMC à sua disposição. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

67. As disciplinas fazem bom uso das tecnologias digitais (impressão 3D, softwares, laboratórios de informática) à disposição hoje. ¹

Mencione apenas uma opção:

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

68. Aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema (concepção, projeto, implementação e operação). ¹

Mencione apenas uma opção:

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

69. Selecione 1 para "não tenho interesse" e 4 para "tenho muito interesse". ²

Mencione apenas uma opção por linha:

	1	2	3	4
Disciplinas optativas com conceitos e práticas de empreendedorismo (elaboração de plano de negócios, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programa interdisciplinar para criar uma startup no âmbito acadêmico capaz de se tornar um empreendimento real	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedoristas (elaboração de plano de negócios, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Segundo a UFSC, "a extensão é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, contribuindo-se em processo interdisciplinar, político-educacional, cultural, científico e tecnológico que promove a interação transformadora entre a UFSC e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa".

As atividades de extensão estabelecem uma interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos (tanto o estudante quanto a sociedade aprendem seus conhecimentos).

70. De acordo com a definição acima, identifiquei atividades de extensão ao longo do curso. ¹⁰

Marcar apenas uma opção!

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

71. Tenho disposição para trabalhar voluntariamente. ¹⁰

Desconsidere o aspecto financeiro dessa questão, caso não seja possível para você se comprometer com trabalho não remunerado.

Marcar apenas uma opção!

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

72. Estou contribuindo socialmente na minha comunidade enquanto curso minha graduação. ¹⁰

Marcar apenas uma opção!

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

73. Construí bons laços com colegas e professores (tanto de Materiais/Mecânica quanto de outros cursos) em razão do trabalho extracurricular. ¹⁰

Marcar apenas uma opção!

Não desenvolvi trabalhos extracurriculares.

Discordo totalmente.

Discordo parcialmente.

Concordo parcialmente.

Concordo totalmente.

74. Considere importante fazer atividades de extensão em outros cursos da UFSC. ⁶

Mencione uma ou(s)

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

75. Sinto-me preparado para trabalhar com pessoas de diferentes backgrounds (classe social, formação em diversos temas, nível educacional, diferentes culturas).⁶

Mencione uma ou(s)

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

76. É parte importante da formação universitária ter experiências com setores externos (pessoas, iniciativas, empresas e outros) dentro das disciplinas. ⁶

Mencione uma ou(s)

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

77. A atuação do estudante de engenharia no terceiro setor é importante para sua formação. ⁶

⁶ O Terceiro Setor é composto pelas pessoas jurídicas de direito privado que não possuem finalidade lucrativa e exercem atividade de interesse social. ⁶ (MPPR, <https://fundacoes.mppr.mt.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?func=ar113>)

Mencione uma ou(s)

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

78. A participação em eventos e cursos deveria ser validada no currículo como atividade de extensão.*

Marque apenas uma opção.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

79. Caso seja do seu interesse, fique à vontade para comentar sobre pontos que não foram mencionados no questionário, mas que você considera importantes para aperfeiçoamento do curso.

Aqui, finalizamos a seção de questões a respeito dos 4 temas mencionados anteriormente (DCN, COC, empreendedorismo e extensão). Muito obrigado!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B – VERSÃO 2 DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS REGULARES DO EMC

Perfil do estudante de graduação e percepção sobre seu curso - Engenharia UFSC

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa, componente do doutorado do Professor Sergio Gargioni. Ainda, parte dos resultados parciais dessa pesquisa serão utilizados pela graduanda de Engenharia Mecânica, Jéssica Farias Pereira, em seu Trabalho de Conclusão de Curso, similarmente ao que foi realizado pelo então aluno Andre Weik em 2020.

Essa pesquisa tem como objetivo analisar os fatores associados ao perfil do estudante e sua percepção sobre seu curso de graduação. É voltada especialmente aos estudantes matriculados nas disciplinas de Projeto de Sistemas de Qualidade e Construindo Carreiras em Engenharia da UFSC, podendo resultar em melhorias no curso.

As questões foram elaboradas sob a ótica das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CEB nº 2, de 24 de abril de 2019), Curricularização da Extensão (regulamentada pela Resolução nº 7 MEC/CNE/CEB, de 18 de dezembro de 2018), Empreendedorismo de Base Tecnológica e sob a iniciativa CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate).

A pesquisa busca encontrar soluções para problemas complexos, como previsões de futuro - no caso uma proposta de como o curso poderá vir a ser melhorado e como a capacitação do Engenheiro poderá ser aperfeiçoada - através do consenso entre um grupo de especialistas (aqui, os estudantes supracitados que estejam dispostos a participar das suas etapas). Para isso, serão elaborados questionários, sendo este uma versão adaptada do primeiro deles. A primeira foi realizada ao final do semestre 2020.1.

O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de aproximadamente 20-25 minutos. Não é obrigatório responder a todas as perguntas, apenas às que estão com asterisco (*).

Os dados fornecidos serão confidenciais, analisados em conjunto com as respostas dos demais participantes. Os dados de identificação individual são solicitados apenas em função do uso da Técnica Delphi, que sugere a participação do mesmo conjunto de respondentes em diferentes etapas.

Havendo dúvida, faça contato com os pesquisadores envolvidos.

Pesquisador Responsável:

Sergio Luiz Gargioni

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC

E-mail: sergio.gargioni@ufsc.br

Pesquisadores auxiliares

Jéssica Farias Pereira: jessicapereira07@gmail.com

Nathalia Ruas Chelotti de Moraes: nathaliarcmg@gmail.com

* Indica uma pergunta obrigatória.

1. Concordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido *

O termo mencionado é o texto inserido logo acima. Caso não concorde com ele, basta não participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Identificação do estudante

Aqui as perguntas são direcionadas a entender melhor a realidade individual de cada estudante, e as respostas daqui serão cruzadas com as das demais seções, visando encontrar correlações entre elas. Lembramos que apenas os pesquisadores terão acesso a todas as informações aqui inseridas pelos respondentes.

2. Nome completo *

3. Matrícula*

4. E-mail preferencial *

5. Celular/WhatsApp *

6. Você está cursando*

Marque todas que se aplicam

- Projeto de Sistemas de Qualidade
 Construindo Carreira em Engenharia
 Nenhuma dessas opções

7. Qual seu curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Engenharia de Alimentos
 Engenharia de Controle e Automação
 Engenharia Civil
 Engenharia Mecânica
 Engenharia Elétrica
 Engenharia Eletrônica
 Engenharia de Produção
 Engenharia Química
 Engenharia Sanitária e Ambiental
 Outro _____

8. Qual percentual do seu curso de graduação você já completou? *

Marcar apenas uma oval.

- 0 - 10%
 11 - 20%
 21 - 30%
 31 - 40%
 41 - 50%
 51 - 60%
 61 - 70%
 71 - 80%
 81 - 90%
 91 - 99%
 Outro _____

9. Em que semestre iniciou seus estudos na UFSC?

Marcar apenas uma oval.

- Antes de 2016.1
 2016.1
 2016.2
 2017.1
 2017.2
 2018.1
 2018.2
 2019.1
 2019.2
 2020.1
 Após 2020.1

10. Você se formou em algum curso técnico? (Integrado ou não ao ensino médio, como IFSC e SENAI, respectivamente) *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

11. [Opcional] Se fez curso técnico, em qual instituição e curso? (Por exemplo: Ensino Médio Técnico Integrado em Mecânica no IFSC ou Mecânico de Usinagem Convencional no SENAI)

12. [Opcional] Se você realizou o curso técnico, qual a principal vantagem que ele agregou a você?

13. Essa foi sua primeira opção de curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Não lembro

14. [Opcional] Por que você escolheu esse curso?

15. Você já iniciou outro curso superior? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

16. [Opcional] Se sim, qual?

17. Você se formou em outro curso superior? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

18. [Opcional] Se sim, qual?

19. Você já pensou em abandonar ou mudar de curso? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

20. [Opcional] Se sim, por qual razão? (Por exemplo: redirecionamento de carreira)

21. [Opcional] Se já considerou a possibilidade de mudar de curso, para qual você iria? (Exemplo: Medicina na UFSC)

22. Com o que você gostaria de trabalhar? (Você pode selecionar mais de uma opção) *

Marque todas que se aplicam:

- Projetar máquinas
- Construir estruturas
- Desenvolver/otimizar materiais e/ou suas aplicações
- Desenvolver/otimizar processos
- Gerir organizações
- Aplicar as ciências e a matemática
- Empreender criando empresas
- Empreender socialmente
- Inovar o mundo a nossa volta
- Criar softwares (programas de computador)
- Trabalhar no mercado financeiro
- Trabalhar em consultoria (estratégica ou técnica)
- Trabalhar como pesquisador(a) em empresa
- Trabalhar como pesquisador(a) em Universidade
- Outro: _____

23. As atividades existentes hoje no curso são suficientes para atingir todos os perfis de estudantes *

Atividades: Laboratórios, iniciação científica, equipes de competição, PET, Neo Empresarial, Semana Acadêmica, empresa júnior e outros

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

24. Selecione as experiências que teve durante sua graduação *

Marque todas que se aplicam:

- Abri um negócio/empresa
 Atividades de intercâmbio
 Atividades em laboratório (não inclui iniciação científica)
 Atletica e/ou atividades esportivas
 Iniciação Científica
 Empresa Júnior
 Equipe de competição
 Estágio não obrigatório
 Estágio obrigatório
 Exerci outras atividades remuneradas
 Grupo de estudos ou semelhantes
 Monitoria de disciplina
 Organização de eventos
 Atividade voluntária, cultural, política e/ou acadêmica
 Nenhuma dessas opções
 Outro: _____

25. Se sim, qual?

26. Participou voluntariamente de um ou mais grupos por algum período? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

27. Por quanto tempo participou dessas atividades (grupos estudantis, laboratórios, estágio, etc)? *

Marcar apenas uma oval.

- 1 semestre
 2 semestres
 3 semestres
 4 semestres
 5 semestres
 6 semestres
 7 semestres
 8 semestres
 9 semestres
 >= 10 semestres
 Outro: _____

28. O trabalho nesses grupos é importante para sua formação ou seu futuro? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

29. [Opcional] Se não participou, participaria se os créditos dessas atividades fossem validados como horas no currículo?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

30. Eu gostaria que atividades como participação em equipes de competição, empresa júnior e grupos de estudo (ou semelhantes) fossem validadas no currículo como horas cursadas. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

31. Quantas disciplinas está cursando nesse semestre? *

Marcar apenas uma oval.

- 1 a 3
 4 a 6
 Mais de 7

32. Qual o nível de dificuldade das disciplinas que está cursando, de modo geral? *

Marcar apenas uma oval.

Muito fácil

1

2

3

4

5

Muito difícil

33. Se já realizou intercâmbio (internacional) durante a graduação, fiz? *

Marque todas que se aplicam:

- Curso de idiomas
 Estágio
 Graduação sanduíche
 Duplo diploma
 Voluntariado
 Não fiz intercâmbio durante a graduação
 Outro: _____

34. [Opcional] Se já realizou atividades de intercâmbio, em que local? (Em que empresa/universidade, cidade e país. Por exemplo: Intercâmbio acadêmico na RWTH em Aachen)

35. [Opcional] Se já realizou atividades de intercâmbio, como avalia seu desempenho nas atividades?

36. [Opcional] Se já realizou atividades de intercâmbio, fique a vontade para deixar outros pontos que julgar interessante.

37. [Opcional] Se já realizou estágio, em que área e empresa/organização atuou? (Por exemplo: Estágio em Qualidade na Ambev)

38. Selecione as atividades que você já realizou durante sua graduação (nas disciplinas ou em outras atividades) *

Marque todas que se aplicam.

- Conduziu uma pesquisa de mercado e análise para um novo produto, serviço ou tecnologia
- Fez e apresentou um Elevator Pitch (apresentar uma ideia em cerca de 2 minutos para convencer outras pessoas)
- Desenvolveu um produto real ou tecnologia para algum cliente
- Escreveu um plano de negócios
- Participou de alguma competição de empreendedorismo
- Participou de algum workshop de empreendedorismo
- Esteve envolvido no processo de patentear algum produto
- Nenhuma das opções acima

39. Você cursou alguma disciplina obrigatória que tenha possibilitado uma interação dialógica com empresas ou com a sociedade? *

Por exemplo: um desafio numa disciplina que tenha possibilitado a interação com uma empresa/instituição, com troca de conhecimentos e experiências práticas.

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

40. Você já cursou disciplinas relacionadas a empreendedorismo? *

Definição de empreendedorismo: "Empreendedorismo é a disposição para identificar problemas e oportunidades e investir recursos e competências na criação de um negócio." (Fonte: adaptado de Endeavor, 29 de junho de 2018).

Marcar apenas uma oval.

- Nunca cursei e não tenho interesse
- Nunca cursei, mas tenho interesse
- Já cursei uma e não achei relevante para a minha formação
- Já cursei uma (ou mais) e achei relevante para a minha formação

41. [Opcional] Se sim, qual disciplina? De qual departamento?

42. Você já pensou em empreender? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca tive interesse
- Desde antes de entrar na faculdade
- Fui incentivado durante a faculdade
- Já tive interesse, mas após iniciar a graduação passei a priorizar outras possibilidades

43. Pensa em empreender em qual ramo, dentre as opções a seguir? *

Marcar apenas uma oval.

- Software/plataformas digitais (como aplicativos)
- Hardware (produto físico)
- Software + hardware (exemplo: um produto que envolva machine learning)
- Não penso em empreender.

44. Você conhece alguma linguagem de programação? *

Marcar apenas uma oval.

- Python
- C++
- Java
- HTML
- VBA
- Matlab
- Código G
- Outro: _____

45. [Opcional] Em relação à pergunta anterior, por qual motivo escolheu esse(s) ramo(s)?

Agora, finalizamos a seção de identificação do estudante e passaremos para as questões relacionadas à sua percepção sobre o curso.

Educação em Engenharia e Organização do Curso

Essa seção reunirá 4 temas:

1. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Graduação em Engenharia, instituídas pela Resolução nº 2 de 24 de abril de 2019 definem, dentre outras características, perfil e competências esperados do egresso e formas de organização, ensino e avaliação dos cursos de graduação em engenharia do Brasil. Leia as diretrizes por completo em: <https://abmes.org.br/ata/ataens-legislacoes/resolucao-cne-ces-002-2019-04-24.pdf>
2. A iniciativa CDIO se refere à "Conceive, Design, Implement, Operate". Se trata de um método inovador de ensino de Engenharia, cujo foco está em capacitar o estudante no "aprender a fazer", com aprendizagem baseada em projetos realizados em grupo. Leia mais em: <http://www.cdio.org/about>
3. Avaliação do empreendedorismo voltado às empresas de base tecnológica na UFSC, com foco na percepção dos estudantes de engenharia sobre como o tema se insere e deveria se inserir na graduação, bem como a avaliação dos perfis dos graduandos no que se refere à intenção de empreender. As questões relativas à isso foram elaboradas com base nos trabalhos disponíveis no link: <https://instituto.unifsc.br/>
4. As universidades se baseiam em 3 pilares: ensino, pesquisa e extensão. Até 2024, os cursos de graduação deverão dedicar, no mínimo, 10% de sua carga horária total às atividades de extensão universitária. Leia mais sobre o assunto em: <https://curricularizacaoaextensao.ufsc.br/>

46. Qual a sua autopercepção do seu grau de dedicação às disciplinas (em geral)?*
Atenção: essa é a única questão avaliada de "Muito baixo" a "Muito alto".

Marcar apenas uma oval.

Muito baixo

1

2

3

4

Muito alto

47. Estou satisfeito com a atenção dada, durante o curso, a: *

Marque todas que se aplicam.

- Legislação envolvendo as atividades de Engenharia.
 Aspectos globais.
 Aspectos políticos.
 Aspectos econômicos.
 Aspectos sociais.
 Aspectos ambientais.
 Aspectos culturais.
 Aspectos de saúde e segurança do trabalho.
 Aspectos técnicos de engenharia.

48. Com base nas disciplinas obrigatórias que cursei, o currículo do curso está me preparando para: *

Marque todas que se aplicam.

- Mestrado e doutorado (pesquisador de engenharia).
 Trabalhar em empresas.
 Empreender.
 Outros: _____

A partir daqui, pedimos que você avalie as afirmações e indique, de 1 a 4, seu grau de concordância com cada uma (sendo 1 "Discordo completamente" e 4 "Concordo completamente").

49. Fui bem acolhido no curso quando era calouro. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

50. Estou satisfeito com o curso e animado para continuar.*

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

51. Uso, por conta própria, recursos online para aprender, complementar ou revisar algo que foi passado pelo professor.*

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

52. Sinto-me sobrecarregado com as aulas e atividades das disciplinas.*

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

53. As disciplinas do currículo têm boa integração entre si. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

54. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores do meu Departamento (Engenharia Mecânica, Elétrica, Química, etc) *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

55. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores dos Departamentos de Física e Matemática. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

56. Estou satisfeito com a didática e apresentação dos conteúdos feitas pelos professores de outros Departamentos. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

57. O curso seria melhor se tivesse mais disciplinas profissionalizantes nos primeiros 2 anos (disciplinas de engenharia aplicada). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

58. As disciplinas apresentam tópicos bastante atualizados e coerentes com as demandas da sociedade atual. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

59. Conheço as áreas de trabalho da engenharia que estou cursando e sei com o que posso trabalhar quando me formar. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

60. Estou preparado para liderar pessoas em organizações. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

61. Participo de eventos relacionados à Engenharia e/ou carreira (feiras, congressos, seminários). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

62. [Opcional] Por que participa (ou não) de eventos desse tipo?

63. Conheço a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

Concordo totalmente

64. Estou satisfeito com a maneira com a qual o Trabalho de Conclusão de Curso é realizado hoje. *

Marcar apenas uma oval.

Não posso opinar/não cursei a disciplina

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

65. Gostaria que o Trabalho de Conclusão de Curso pudesse ser realizado em equipe. *

Já é possível em alguns cursos.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

66. [Opcional] Por que gostaria (ou não) que o Trabalho de Conclusão de Curso fosse realizado em equipe?

67. Adquiri e desenvolvi competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) fundamentais para a atuação em engenharia. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

68. Hoje o curso me motiva a aprender.*

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

69. Selecione de 1 a 4, sendo 1 discordo totalmente e 4 concordo totalmente.*

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4
Assumiria riscos de fundar uma startup	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tenho controle sobre o que acontece na minha vida.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minha capacidade analítica é satisfatória	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minhas habilidades de comunicação e oratória são satisfatórias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minhas habilidades de apresentação em público são satisfatórias (oratória, organização, entre outros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sou capaz de avaliar boas ideias de negócios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entendo incertezas satisfatoriamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vejo muitas barreiras para empreender na área do meu curso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vejo diversas oportunidades para o empreendedor da área de engenharia que estou cursando (investimento, incubação e aceleração).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

70. Para cada afirmação, indique quão confiante você está de que tem a habilidade ou que podera realizar a tarefa agora (1 = Não tenho confiança; 4 = Muito confiante) *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4
Liderar um grupo técnico para desenvolver um produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Traduzir necessidades de usuários em requisitos de produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projetar e desenvolver um produto que realize sua função da melhor maneira possível.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Convencer um cliente a tentar um novo produto pela primeira vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elaborar uma estratégia para inserir um novo produto no mercado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escrever um plano de negócios claro e completo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Negociar com fornecedores para conseguir melhores preços.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconhecer se uma ideia é boa suficiente para iniciar um empreendimento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimar os custos de iniciar um negócio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

71. Me sinto capaz de aplicar na prática o que estou aprendendo na graduação. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente	
1	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>
Concordo completamente	

72. Disciplinas práticas me interessam mais que as teóricas. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

73. Disciplinas práticas deveriam envolver conceitos e experiências empreendedoras (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

74. As avaliações atuais refletem meu conhecimento. *

Considere o modelo de avaliação mais comum entre as disciplinas.

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

75. Sinto que aprendo mais em disciplinas teóricas e individuais que em disciplinas de projeto. *

Marcar apenas uma oval.

Ainda não cursei disciplinas de projeto.

Discordo totalmente.

Discordo parcialmente.

Concordo parcialmente.

Concordo totalmente.

76. As disciplinas deveriam aproveitar mais os laboratórios da UFSC à sua disposição. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

77. As disciplinas fazem bom uso das tecnologias digitais (impressão 3D, softwares, laboratórios de informática) à disposição hoje. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

78. Aprendi o suficiente sobre todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou sistema (concepção, projeto, implementação e operação). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

79. Selecione 1 para "não tenho interesse" e 4 para "tenho muito interesse".*

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4
Disciplinas optativas com conceitos e práticas de empreendedorismo (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programa interdisciplinar para criar uma startup no âmbito acadêmico capaz de se tornar um empreendimento real	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disciplinas obrigatórias com experiências e conceitos empreendedores (elaboração de plano de negócio, pesquisa de mercado, desenvolvimento de produto, comunicação, entre outros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Segundo a UFSC, "a extensão é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político-educacional, cultural, científico e tecnológico que promove a interação transformadora entre a UFSC e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa". As atividades de extensão estabelecem uma interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos (tanto o estudante quanto a sociedade aprimoram seus conhecimentos).

80. De acordo com a definição acima, identifique atividades de extensão ao longo do curso.*

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

81. Tenho disposição para trabalhar voluntariamente. *

Desconsidere o aspecto financeiro dessa questão, caso não seja possível para você se comprometer com trabalho não remunerado.

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

82. Estou contribuindo socialmente na minha comunidade enquanto curso minha graduação. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

83. Estou gerando impacto ambiental positivo enquanto curso minha graduação. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

84. Estou aprendendo a considerar o impacto ecológico/ambiental das minhas atividades enquanto curso minha graduação. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

85. Construí bons laços com colegas e professores (tanto do meu curso quanto de outros cursos) em razão do trabalho extracurricular. *

Marcar apenas uma oval.

Não desenvolvi trabalhos extracurriculares.

Discordo totalmente.

Discordo parcialmente.

Concordo parcialmente.

Concordo totalmente.

86. Considero importante fazer atividades de extensão em outros cursos da UFSC. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

87. Sinto-me preparado para trabalhar com pessoas de diferentes backgrounds (classe social, formação em diversos temas, nível educacional, * diferentes culturas)

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

88. É parte importante da formação universitária ter experiências com setores externos (pessoas, iniciativas, empresas e outros) dentro das disciplinas. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

89. A participação em eventos e cursos deveria ser validada no currículo como atividade de extensão. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo completamente

1

2

3

4

Concordo completamente

90. [Opcional] Caso seja do seu interesse, fique à vontade para comentar sobre pontos que não foram mencionados no questionário, mas que você considera importantes para aperfeiçoamento do curso.

Aqui finalizamos a seção de questões a respeito dos 4 temas mencionados anteriormente (DCNs, CDIO, empreendedorismo e extensão). Muito obrigado!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS EX-ALUNOS DO EMC

Alumni do Departamento de Engenharia Mecânica

Prezado(a) Ex-aluno EMC/UFSC

Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa, parte do Programa Repensar e Modernizar os cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais oferecidos pelo EMC/UFSC. Como você está presenciando, o avanço das tecnologias digitais está impactando definitivamente o jeito de formar o profissional e sua atualização permanente. Este levantamento também contribuirá para meu trabalho de doutorado junto ao PPGECC/UFSC.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a opinião dos ex-alunos formados nos últimos 10 anos sobre as lacunas dos cursos e como o EMC pode contribuir para a educação continuada via minicursos sobre temas relevantes.

Não é obrigatório responder todas as perguntas, apenas as que estão com asterisco (*), embora todas sejam muito relevantes. Os dados fornecidos serão confidenciais, analisados em conjunto com as respostas dos demais participantes.

Se possível, responder em uma semana, aproximadamente. Caso tenha alguma dúvida, fale comigo.

Muito agradeço sua participação.

Sergio Gargoni

Contato: (48)99151.9071

E-mail: sergio.gargoni@ufsc.br

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Concordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido *

O termo mencionado é o texto inserido logo acima. Caso não concorde com ele, basta não participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Questionário

2. Nome *

3. E-mail *

4. Whatsapp *

5. Você se formou em *

Marcar apenas uma oval.

Engenharia de materiais

Engenharia mecânica

6. Sobre o curso de graduação você realizou no EMC, cite e comente pontos fortes que contribuíram para seu sucesso profissional e pontos fracos que ficaram a desejar. *

7. Ano de formatura *

Marcar apenas uma oval.

- Antes de 2012
 2012
 2013
 2014
 2015
 2016
 2017
 2018
 Outro: _____

8. Categoria da organização onde trabalha *

Marcar apenas uma oval.

- Universidade ou outra de mesma natureza
 Indústria
 Consultoria
 Sócio (própria empresa)
 Outro: _____

9. Funções/afinidades exercidas *

Marque todas que se aplicam.

- Ensino e pesquisa
 Pesquisa e desenvolvimento de produtos (P&D)
 Gestão e desenvolvimento de processo
 Administração em geral
 Marketing e vendas
 Outro: _____

10. Realizou alguma capacitação pós-formatura? *

OBS : na próxima questão, solicitaremos que você explicita a natureza e área da(s) capacitação(ões), por favor.

Marque todas que se aplicam.

- Mestrado
 Doutorado
 Especialização
 MBA
 Cursos de curta duração
 Estágios/missões
 Não realizei nenhuma capacitação
 Outros: _____

11. Cite brevemente a natureza e área da(s) capacitação(ões) mencionadas anteriormente, por favor. *

12. Suponha que o Departamento de Engenharia Mecânica, em conjunto com outros protagonistas, passará a oferecer minicursos sobre temas demandados pela sociedade 5.0, especialmente em tecnologias digitais. *

Você se candidataria e indicaria para outros profissionais atender essas formações?

Marcar apenas uma oval.

- Sim, considero relevante a iniciativa e participaria
- Sim, considero relevante mas não participaria
- Não, considero desnecessário ou irrelevante pois já há ofertas equivalentes no mercado

13. A respeito de cursos de aperfeiçoamento, categorize a relevância das razões a seguir para atender um curso oferecido pelo EMC/UFSC. Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1- Muito pouco relevante	2- Pouco relevante	3- Relevante	4- Muito relevante
Marca (EMC UFSC)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conteúdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Localização para atividades presenciais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Língua (português)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relação Internacional (do EMC com outras instituições)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário, por favor. *

15. Ainda a respeito de cursos realizados pelo EMC/UFSC, caso sejam oferecidos, quais temas/áreas você acha relevante? *

16. Você teria interesse em participar destes cursos? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

17. Que outras instituições você escolheria além da UFSC?

18. Espaço para que você apresente suas sugestões para o EMC desenvolver eficazmente um forte programa de educação continuada.

19. Fique à vontade para deixar críticas e sugestões sobre estrutura curricular praticada pelo EMC utilizada para formação dos engenheiros.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DO EMC

Professores do Departamento de Engenharia Mecânica

Prezado(a) Colega Professor e Professora do EMC,

Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa, parte do Programa Repensar e Modernizar o EMC que está sendo deflagrado em razão do impacto das tecnologias digitais, principalmente. Também contribuirá para meu trabalho de doutorado junto ao PPGEGC/UFSC.

Essa pesquisa tem como objetivo analisar os fatores associados ao perfil de ensino do professor e sua percepção sobre o curso de graduação em que leciona. É voltada a professores do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, neste momento.

Não é obrigatório responder a todas as perguntas, apenas as que estão com asterisco (*), embora todas sejam muito relevantes. Os dados fornecidos serão confidenciais, analisados em conjunto com as respostas dos demais participantes.

Se possível, responder em uma semana, aproximadamente. Caso tenha alguma dúvida, fale comigo.

Muito agradeço sua participação.

Gargoni

Contato: (48)99151-9071

E-mail: sergio.gargoni@ufsc.br

* Indica uma pergunta obrigatória.

1. Concordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.*

O termo mencionado é o texto inserido logo acima. Caso não concorde com ele, basta não participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Questionário

2. Nome *

3. E-mail *

4. Whatsapp *

5. Área de atuação *

Marque todas que se aplicam:

- Análise e projeto mecânico
 Engenharia e ciências térmicas
 Fabricação
 Metrologia e instrumentação
 Projeto e sistemas mecânicos
 Vibrações e acústica
 Materiais metálicos
 Materiais cerâmicos
 Materiais poliméricos
 outro: _____

6. Há quanto tempo você é professor no EMC?*

Marcar apenas uma oval.

- Há menos de 5 anos.
- Entre 5 e 10 anos
- Entre 10 e 20 anos
- Entre 20 e 30 anos
- Há mais de 30 anos

7. Quais disciplinas você leciona no curso de graduação em Engenharia Mecânica? *

Marque todas que se aplicam:

- Nenhuma (só leciono para a Engenharia de Materiais)
 Representação Gráfica Especial
 Introdução à Engenharia Mecânica
 Química Tecnológica
 Física 1, 2 ou 3
 Introdução à Ciência da Computação
 Cálculo 1, 2, 3, 4 ou Pré-cálculo
 Desenho e Modelagem Geométrica
 Estática
 Física Experimental I
 Álgebra Linear
 Mecânica dos Sólidos A
 Materiais de Engenharia
 Estatística e Metrologia para os Engenheiros
 Fundamentos da Termodinâmica
 Cálculo Numérico em Computadores
 Equações Diferenciais Ordinárias
 Mecânica dos Sólidos B
 Metodologia de Projeto em Engenharia Mecânica
 Dinâmica de Corpos Rígidos
 Mecânica dos Fluidos I
 Termodinâmica Aplicada
 Laboratório em Propriedades Mecânicas
 Mecanismos
 Usinagem dos Materiais
 Conformação de Metais e Moldagem de Polímeros
 Laboratório em Ciências Térmicas
 Transmissão de Calor
 Mecânica dos Fluidos II
 Eletrotécnica Geral
 Projeto Integrado em Engenharia Mecânica
 Laboratório em Manufatura e Metrologia
 Elementos de Máquinas
 Controle de Sistemas Dinâmicos
 Transmissão de Calor II
 Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos
 Tecnologia e Desenvolvimento
 Eletrônica
 Controle de Vibrações
 Soldagem
 Introdução à Engenharia Ambiental
 Organização Industrial
 Planejamento do Trabalho de Curso
 Trabalho de Curso
 Estágio Profissional em Engenharia Mecânica
 Aspectos de Segurança do Trabalho
 Tecnologia de Comando Numérico
 Automação de Processos de Soldagem
 Medição de Grandezas Mecânicas
 Tópicos Especiais em Fabricação
 Introdução à Robótica Industrial
 Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida
 Tópicos Especiais em Fabricação-IV
 Análise Estrutural I
 Controle de Ruído
 Veículos Automotores I
 Projeto de Motores a Combustão Interna
 Conservação de Energia
 Tópicos de Sistemas Hidráulicos
 Energias Renováveis
 Projeto de Sistemas de Qualidade
 Outro: _____

8. Quais disciplinas você leciona no curso de graduação em Engenharia de Materiais?

Marque todas que se aplicam:

- Nenhuma, só leciono para Engenharia Mecânica
- Álgebra Linear
- Análise de Falhas em Materiais
- Análise Termofísica de Materiais
- Cálculo (1 a 4 ou Pré-Cálculo)
- Caracterização de Materiais Poliméricos
- Caracterização Microestrutural de Materiais
- Ciência, Tecnologia e Sociedade
- Conformação Mecânica
- Desenho Técnico e CAD para Engenharia de Materiais
- Elementos de Engenharia Ambiental
- Engenharia de Superfície
- Engenharia e Gestão da Inovação
- Engenharia e Gestão do Conhecimento
- Equações Diferenciais Ordinárias
- Estatística e Metrologia para Engenheiros
- Estrutura e Propriedades de Materiais Cerâmicos
- Fenômenos de Transportes
- Ferramentas da Qualidade
- Física
- Fundição
- Introdução à Ciência da Computação
- Introdução à Engenharia de Materiais
- Introdução à Modelagem e Simulação de Materiais
- Introdução à Segurança do Trabalho
- Materiais Compósitos
- Materiais e Microestruturas
- Materiais Poliméricos
- Materiais Sinterizados
- Materiais Vitrificados
- Mecânica dos Sólidos para Engenharia de Materiais
- Mecanismos de Deformação e Fratura
- Metais Ferrosos e não Ferrosos
- Processamento de Materiais Cerâmicos
- Processamento de Materiais Poliméricos
- Processo de Desenvolvimento de Produtos
- Propriedades Mecânicas
- Química Geral
- Química para Engenharia de Materiais
- Soldagem
- Técnicas de Simulação Numérica para Engenharia de Materiais
- Termodinâmica de Materiais
- Usinagem

9. Qual o percentual do seu tempo disponibilizado para as suas principais atividades/funções no departamento? *

OBS.: A soma final pode ficar acima de 100% (considerando que você selecionará faixas)

Marque todas que se aplicam:

	0 a 10%	11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%	41 a 50%	51 a 60%	61 a 70%	71 a 80%	81 a 90%	91 a 100%
Ensino de graduação em sala de aula	<input type="checkbox"/>									
Ensino de pós-graduação	<input type="checkbox"/>									
Prática de laboratório	<input type="checkbox"/>									
Acompanhamento de alunos em tarefas de extensão	<input type="checkbox"/>									
Pesquisa	<input type="checkbox"/>									
Consultoria externa (extensão)	<input type="checkbox"/>									
Administração	<input type="checkbox"/>									
Orientação de TCC e/ou estágio	<input type="checkbox"/>									

As questões a seguir dizem a respeito de capacitações e práticas pedagógicas, assim como sobre tecnologias disponíveis.

10. Sobre sua capacitação em conhecimento e práticas pedagógicas: *

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marque apenas uma oval por linha.

	1 - Nunca	2 - Raramente	3 - Frequentemente	4 - Sempre
Invisto em capacitações regulares autodidáticas mediante leituras, vídeos, conferências e outros meios. 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valorizo e utilizo feedback formal dos alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não invisto nessa competência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Caso use outros métodos, favor mencioná-los.

12. Ainda sobre sua capacitação em conhecimento e práticas pedagógicas, você realizou curso(s) específico(s) de formação? Qual(is)?

13. A respeito de tecnologias para uso em sala de aula, assinalar em duas colunas:

OBS.: Selecionar "não se aplica" caso, na sua opinião, a tecnologia não possa ser usada nas disciplinas que você leciona.

Marque todas que se aplicam.

	Já utilizo	Gostaria de utilizar	Não se aplica
CAD, CAM e CAE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realidade virtual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metaverso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cyber physical systems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analytics e big data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integração robótica/máquina/pessoas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inteligência artificial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Caso use outras tecnologias digitais, favor mencioná-las.

Agora, com relação às disciplinas que você é responsável e as metodologias de ensino-aprendizagem que utiliza, escolha até duas nas quais você apresenta maior envolvimento.

15. Análise da disciplina 1: (insira o nome da disciplina) *

16. A respeito da disciplina acima, qual o grau de destaque dado às metodologias de ensino-aprendizagem mencionadas a seguir? (1 - Baixo a 4 - Alto)

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Baixo	2	3	4 - Alto
Uso de conferencistas profissionais externos como convidados para palestras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visita a empresas e organizações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabalho individual do aluno na busca de conhecimento e prática (hands on)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabalho em equipe de alunos em atividades de solução de problemas reais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Competição entre equipes de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sala de aula invertida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engenharia Reversa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário, por favor.

18. Análise da disciplina 2: (insira o nome da disciplina)

22. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário, por favor:

23. Há um consenso de que os profissionais devem investir no desenvolvimento das chamadas soft skills. Qual o seu nível de contribuição para os alunos nestas habilidades ("1 - Baixo" a "4 - Alto")?

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Baixo	2	3	4 - Alto
Comunicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pensamento crítico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Criatividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consciência ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colaboração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inteligência emocional em geral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disposição/interesse para long-life-learning	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Se possível, explique porque avaliou sua contribuição dessa maneira na questão anterior. Fique à vontade para deixar alguma sugestão ou comentário adicionais, assim como acrescentar outras contribuições que não estavam descritas.

25. Qual o nível de contribuição que você, enquanto professor, pode dar aos alunos nos temas:

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Baixo	2	3	4 - Alto
Responsabilidade ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contribuição social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestão de Inovação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário, por favor:

27. Na sua visão o engenheiro mecânico e o engenheiro de materiais formado pelo EMC estão suficientemente preparados para carreira de ⁴ ("1 - Pouquíssimo preparados" a "4 - Altamente preparados"):

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1- Pouquíssimo preparados	2	3	4- Altamente preparados
Professor e pesquisador em organizações universitárias ou similares.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pesquisa e desenvolvimento em empresas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestão de produção em indústrias e empresas em geral (chão de fábrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empreendedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consultor individual ou em empresas de consultoria em geral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administrador de diferentes áreas em empresas em geral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Órgão público/governamental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário, por favor.

29. Para suprir as deficiências de capacitação dos alunos recém-formados e em formação, o EMC deveria... (Assinalar formas desejáveis e viáveis e grau de importância (1 - Baixo a 4 - Alto)). *

Caso nenhuma opção seja aplicável, favor descrevê-la no campo em aberto a seguir.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Baixo	2	3	4 - Alto
Oferecer cursos de curta duração para alunos como disciplinas optativas ou de extensão.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oferecer os mesmos cursos para profissionais já atuantes no mercado, ambos (estudantes e profissionais) em mesma turma.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar de profissionais terceiros como professores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabalhar temas reais demandados pelos próprios profissionais do mercado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Considerar esses cursos como especialização.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Utilize este espaço caso deseje deixar algum comentário sobre a questão anterior, por favor.

31. Espaço aberto para críticas e contribuições para o tema "Repensando os cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais da UFSC".

APÊNDICE E – PESQUISA DE INTERESSE PROFISSIONAL – ESTUDANTES DE ENGENHARIA DA UFSC

Perfil das escolhas profissionais dos futuros Engenheiros da UFSC

Este formulário faz parte do material de pesquisa do doutorado do professor Sergio Gargioni. O doutorado visa trazer uma proposta de reformulação do ensino da engenharia, com uma abordagem mais moderna e condizente com o que o mercado exige dos engenheiros do futuro. Por isso, precisamos da sua colaboração para definir qual a tendência de áreas de atuação e perfil de preferência profissional dos estudantes de engenharia da UFSC. Desde já agradecemos sua participação!

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Qual o seu curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Engenharia Mecânica
- Engenharia de Materiais
- Engenharia de Controle e Automação
- Engenharia Civil
- Engenharia de Produção (plena e especialidades)
- Engenharia Química
- Engenharia Sanitária e Ambiental
- Engenharia Elétrica
- Outro: _____

2. Está em qual fase na graduação? *

Marcar apenas uma oval.

- Entre a 1a e a 4a fase
- Entre a 5a e a 9a fase
- 10a ou mais
- Já sou formado
- Outro: _____

Afinidade com as áreas de atuação

O objetivo aqui é entender se o(a) estudante de engenharia pensa nessa profissão como uma possibilidade de atuação futura, se vendo atuando nela.

3. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Consultoria**? *

Marcar apenas uma oval.

1	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>

4. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área **Acadêmica**? *

Marcar apenas uma oval.

1	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>

5. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Empreendedorismo**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

6. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Finanças**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

7. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Projeto e Desenvolvimento**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

8. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área da **Indústria (chão de fábrica)**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

9. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Gestão**? *

Marcar apenas uma oval.

1	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>

10. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área **Comercial**? *

Marcar apenas uma ova.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Programação**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

12. De 1 a 10, qual a sua afinidade com a área de **Análise de Dados**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Entendendo a concepção de Oportunidades de Mercado x Capacitação

O objetivo aqui é entender se o(a) estudante de engenharia acredita que tem chance de encontrar emprego futuramente na profissão mencionada e estar capacitado, assim que formado, para assumi-lo.

13. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Consultoria**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

14. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área **Acadêmica**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

15. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Empreendedorismo**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

16. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Finanças**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

17. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Projeto e Desenvolvimento**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

18. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Indústria (chão de fábrica)**?

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

19. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Gestão**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

20. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área **Comercial**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

21. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Programação**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

22. De 1 a 10, qual a probabilidade que você avalia de ter uma oportunidade de emprego na área de **Análise de Dados**? *

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Educação digital

23. Das atividades relacionadas ao ambiente digital listadas abaixo, quais você considera relevantes para ter um bom desempenho na sua área profissional que deseja seguir? Pode assinalar mais de uma opção.

Marque todas que se aplicam.

- Simulação e modelagem computacional
- Fabricação digital e prototipagem rápida
- Internet das coisas (IoT) e automação
- Colaboração e trabalho em equipe virtual
- Ensino baseado em projetos e aprendizado experiencial
- Laboratórios remotos e experimentação virtual
- Realidade Virtual e Aumentada
- Big Data e análise de Dados
- Formação contínua e atualização profissional
- Outro: _____

24. Existe alguma área/assunto relacionado à **transformação digital** que você sente falta de aprender sobre e gostaria que a universidade **ofertasse em disciplinas** obrigatórias ou optativas de seu curso? *

25. Deixe aqui um comentário sobre o tema, se quiseres.

**APÊNDICE F – RELATÓRIO DA DISCIPLINA EMC-6200 – CONSTRUINDO
CARREIRA EM ENGENHARIA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

SERGIO LUIZ GARGIONI

**EMC-6200 CONSTRUINDO CARREIRA EM ENGENHARIA - UMA
EXPERIÊNCIA PROMISSORA.**

**FLORIANÓPOLIS
2023**

1. INTRODUÇÃO

Criada pelo docente Sergio Luiz Gargioni em 2020.1 em caráter experimental como Tópicos Especiais em Projetos VI (EMC5366), a disciplina de Construindo Carreira na Engenharia foi formalizada como tal em 2022.2. Seu objetivo foi, e ainda é, oferecer conteúdo e prática para que cada aluno matriculado possa elaborar seu plano de carreira no curto, médio e longo prazos. Conforme estabelecido no seu Plano de Ensino, ela contempla dois encontros semanais de duas aulas cada, perfazendo quatro créditos. De natureza optativa, ela não tem pré-requisito e pode incorporar alunos de qualquer modalidade de Engenharia da UFSC.

Percebe-se que a disciplina tem despertado grande interesse dos alunos, tanto que a turma 2022.2 foi de 70 alunos matriculados, com 65 concluintes. Comparado com o semestre de 2022.1, houve um crescimento de 284% em relação ao número de alunos. Isso posto, comprova o argumento utilizado para sua criação, qual seja, que os alunos não tinham essa necessidade atendida e viram valor na proposta da disciplina.

2. JUSTIFICATIVA

É sabido que: (1) os alunos contemporâneos estão sujeitos a níveis de informação bastante amplo; (2) o leque de atividades profissionais para o engenheiro tem sido ampliado enormemente, especialmente decorrentes da intensidade da transformação digital em todos os campos da atividade humana. Essa perspectiva tem gerado incertezas, e mesmo angústia, por parte dos alunos sobre o seu futuro profissional a até mesmo pessoal. Desse modo, a disciplina pretendeu tratar desse assunto de forma a mais profissional e realista possível.

O programa foi montado para permitir que cada aluno construa seu próprio plano de carreira pessoal, individual e único, perfeitamente exequível. Sua estrutura segue o modelo tradicional de plano estratégico genérico, isto é, cada aluno constrói: propósito, missão, visão, valores, matriz SWOT (pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças) e conclui com uma matriz 5W2H (ou 1H) – quem, o que, porque, quando, onde, como (e quanto). Para isso, logo de início ele aprende o método de Planejamento Estratégico.

Seguindo a linha do conhecimento necessário para montar e estruturar o Plano de Carreira Individual (PCI), um segundo conteúdo considerado absolutamente relevante é o chamado medição das *soft skills* necessárias para o autoconhecimento. Assim, sabendo o que cada um é e o que precisa entregar e apresentar ao final da disciplina, o que falta conhecer é o leque das atividades clássicas possíveis existentes no mercado profissional para o engenheiro, tanto no momento atual quanto referente às tendências futuras. E isso só é possível obter olhando para o mundo corporativo real, no caso: indústrias, empresas e organizações em geral.

3. METODOLOGIA

3.1 Definição do programa da disciplina:

Com o *framework* mental apresentado acima, o programa foi assim definido:

3.1.1. *Soft Skills*: conceitos, exemplos e medição individual utilizando a tecnologia da empresa de consultoria PSK. Cada aluno é submetido a um processo de avaliação que conclui com um gráfico de radar com os 10 indicadores quantificados devidamente analisados, comparados e comentados. Como exemplo, no anexo 1 se encontra o resultado da análise de perfil de uma das alunas da disciplina de 2022.2

3.1.2. Planejamento Estratégico: conceitos gerais, exemplos do processo de elaboração e aplicação em organização e em projeto individual (carreira). Para isso, é utilizado serviços de um profissional experiente de mercado.

3.1.3. Transformação digital e processo de recrutamento e seleção: conhecimento e experiência são trazidos por professores e profissionais altamente qualificados e repassados aos alunos através de palestras expositivas.

3.1.4. Atividades profissionais de Engenheiro (principais): na indústria de grande e pequeno porte, em projetos, processos e comercial; em empresas de consultoria em geral; no empreendedorismo (*startups*); na academia como pesquisador e professor; na administração em geral; na atividade financeira e no desenvolvimento de *software*. Como metodologia de aplicação, formaram-se grupos de 5 ou 6 alunos, os quais fazem levantamento de informações, estruturam e apresentam para a turma como seminário, deixando um documento escrito que é disponibilizado no Moodle específico da disciplina. Além disso, a visão de atuação internacional é incorporada em cada seminário.

3.1.5. Experiências do mundo real: profissionais e dirigentes atuantes no mercado (anexo x) com diversas atividades são convidados para palestra presencial ou remota contarem suas histórias, sua atividade atual e apresentar expectativas futuras para os alunos. Pelo menos uma dúzia deles, uns muito experientes e outros mais iniciantes, colocam sua mensagem de forma bem realista, mostrando as glórias e as dores, o processo de decisão na vida profissional e pessoal de forma clara e transparente promovendo inspiração e motivação para os alunos.

3.1.6. Projeto de carreira individual: cada um desenha e estrutura o seu plano com base em todas as informações recebidas e compartilhadas até então. Todos apresentam, defendendo verbalmente perante a turma seu planejamento e recebendo *feedback* do professor e dos alunos. Cada projeto apresentado serve de exemplo para os demais participantes.

3.1.7. Avaliação com ênfase na competência de entrega final: essencialmente aqui medido pela capacidade de elaborar e apresentar o seu PCI com todos os seus componentes.

3.2 Método avaliativo:

O método de avaliação para efeito de nota, são consideradas as seguintes tarefas realizadas no tempo e com a qualidade exigida:

- 1) Postagem no Moodle de (1) resposta de uma questão semanal.
- 2) Avaliação de cada palestrante conforme roteiro
- 3) Trabalho em equipe sobre alternativas de carreira;
- 4) Material da apresentação verbal do PCI em duas etapas, sendo a primeira matriz SWOT, e texto descritivo completo do PCI.

Componente subjetivo que define a nota de cada tarefa é de responsabilidade do professor. Não há elaboração de prova formal no modo tradicional. Ademais, todo o material é disponibilizado na plataforma Moodle da disciplina com acesso livre para todos os matriculados e um serviço de monitoria é disponibilizado como suporte.

Ao final de tudo um questionário é respondido pelos alunos como esse da turma 2022.1 que traz informações importantes aqui apresentadas no anexo 3.

4. RESULTADOS

A disciplina se mostrou relevante, única, com metodologia adequada, mas com pontos de otimização: (1) *feedback* ser mais simplificado, pouco descritivo, com perguntas diretas e quantitativas no possível, realizado de imediato após cada evento; (2) incluir alguns mais juniores e dar *feedback* a eles logo; (3) incrementar com material escrito (textos e artigos) os trabalhos de equipes sobre modalidades de carreira; (4) aplicar proposta da Jéssica de preparar perguntas e conduzir o palestrante (ver como); (5) reduzir/limitar número de alunos a 40, por exemplo.

É fácil de perceber que o conteúdo, o formato e a experiência que compõem a disciplina não encontram similar em outras disciplinas na UFSC. A disciplina é quase insubstituível, uma vez que os alunos poderiam ter essa experiência após vários anos com estágios diversos, trabalhos de extensão e atividade profissional propriamente dita.

4.1 Conclusões sobre a metodologia adotada:

Observa-se que a metodologia de ensino e aprendizagem aqui praticada segue o que vem sendo sugerido pela literatura moderna em teste nas universidades de vanguarda no mundo. São elas:

1. CDIO (Conceber, Desenhar, Implementar e Operar): O PIC é concebido e desenhado por cada aluno e é único; a implementação do projeto já acontece na medida que começa a ser seguido conforme o desenhado na escolha de disciplinas a serem tomadas no curso, estágio, TCC, e escolha da profissão - processo seletivo se empregado ou concepção do seu negócio se empreender, ou realização de mestrado e doutorado e assim por diante e sua operação se dará por ele (aluno-profissional) ao longo da carreira que inicia desde logo.

2. Modelo 70/20/10: Aproximadamente 10% de teoria e aqui representado pelos conteúdos de PE (Plano Estratégico), SK (*Soft Skills*) e TD (Transformação Digital), basicamente; 20% trabalho em equipe na tarefa de buscar e apresentar cada modalidade de carreira e os demais 70% pura prática de conceber e montar e apresentar seu PCI. Vale observar, que 70/20/10 é um conceito e um modelo, não significando que devem ser observados de forma exata (ou quase) os percentuais ali colocados.

3. Aluno protagonista ou sala de aula invertida: Aluno busca seu próprio conhecimento. O professor é organizador e não conteudista e os ministrantes convidados são casos contados inspiradores e motivadores que atingem de forma diferente cada um dos matriculados.

4. Modalidade híbrida: Embora a maioria dos encontros se deu presencialmente, vários conferencistas convidados, alguns residentes no exterior, por exemplo, tiveram sua participação de maneira remota. Também, algumas apresentações de PCI por parte dos alunos foram remotas.

5. CONCLUSÃO

O resultado desejado da disciplina, de tocar os alunos e fazê-los por sua carreira em perspectiva, para que sejam seres atuantes e ativos na construção do seu futuro, foi atingido.

Segue a resposta de uma das alunas da disciplina no semestre de 2022.2, confirmando o que se afirmou acima:

Conclusão e Agradecimentos Aluna Letícia Cabral.

Ao longo do semestre a matéria Construindo Carreira em Engenharia me proporcionou aprendizados incríveis através das trocas de conhecimento com profissionais de destacável competência nas mais diversas áreas. Essa disciplina foi de extrema importância para abrir minha mente quanto às possibilidades disponíveis, o perfil de profissionais de sucesso, a importância de me autoconhecer, refletir sobre meus valores e princípios para utilizá-los como um facilitador na tomada de decisões, e agir conscientemente na construção da profissional que almejo ser.

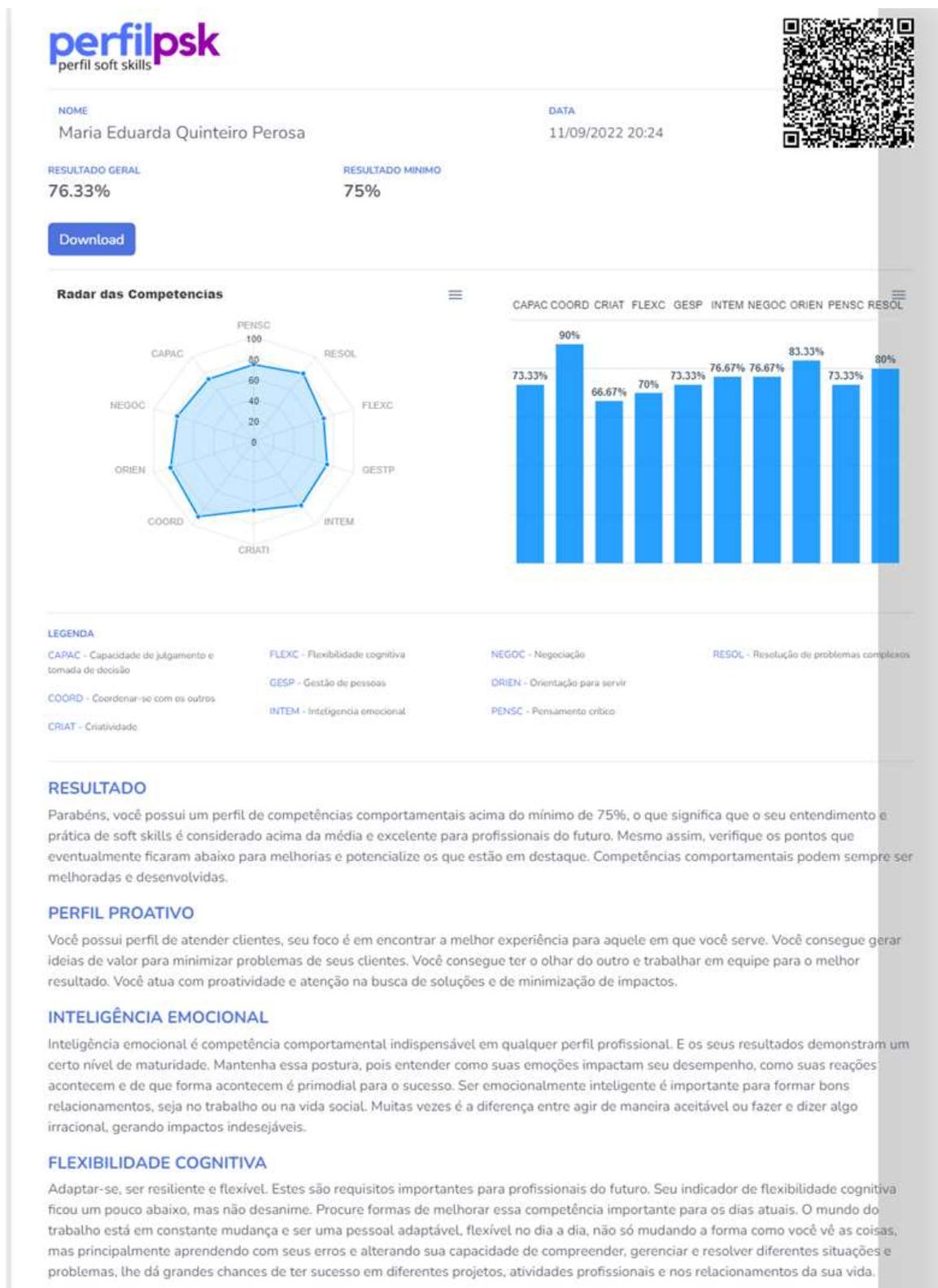
Entre os meus 14 tios e mais de 40 primos, eu fui a primeira a ingressar em uma universidade pública, e isso me levou a valorizar muito os estudos e as oportunidades que a UFSC trouxe para a minha vida, me levando a lugares que eu nunca imaginei conhecer e me apresentando pessoas inspiradoras que vêm contribuindo com o desenvolvimento de uma sociedade melhor. Eu me sinto extremamente grata e honrada pela oportunidade de ter aulas com profissionais competentes e exemplares como o professor Gargioni, bem como usufruir de ensinamentos preciosos de engenharia e de vida, como os adquiridos ao longo dessa matéria.

Muito obrigada, professor Gargioni. Mesmo no seu último semestre de trabalho na UFSC, o senhor conseguiu continuar fazendo a diferença na vida dos seus alunos, os seus ensinamentos vão muito além desse semestre, vou levá-los para a vida.

Autor: aluna de Carreiras de 2022.2

ANEXOS

Anexo 1 – Exemplo de análise de perfil de soft skills aplicado pela empresa PSK



Anexo 2 – BIOGRAFIA E APRESENTAÇÃO DOS PALESTRANTES

1. **Milton Alexandre Terhorst Ziehlsdorff** é um alumni da Engenharia de Produção Civil da UFSC. Milton fez Master's degree em ciência e engenharia Civil na École Nationale d'Ingénieurs de Saint-Étienne, na França, onde também teve experiência com Lean na Lean Construction by IMMA.

Hoje Milton tem sua própria empresa, onde aplica BIM na construção civil e procura trazer mais desse método para o mercado nacional.

2. **Luiza Moresco** é uma estudante de engenharia mecânica na Universidade Federal de Santa Catarina. A estudante já participou de diversas iniciativas disponíveis aos estudantes na universidade, como a i9, empresa júnior de engenharia mecânica, a equipe de competição Apex Rocketry e o cursinho voluntário Einstein Floripa. Luiza já teve experiência considerável em gestão financeira, gestão de projetos, gestão de equipes e planejamento estratégico.

A estudante participou da disciplina no semestre de 2022.1, indo no semestre seguinte para apresentar como exemplo aos colegas o seu plano de carreira. Um fato interessante é que a aluna colocou em seu plano fazer um estágio relacionado a energia renováveis e agora é estagiária de Desenvolvimento de Negócios Renováveis.

3. **Cristiano Rossetto Wuerzius** é um empresário e empreendedor no contexto da Indústria 4.0 e da IoT. é fundador da PackIOT, uma startup que fornece soluções de monitoramento e análise de dados para a indústria de embalagens. Através da PackIOT, Cristiano aplicou seus conhecimentos em engenharia mecânica e design de produto para desenvolver soluções tecnológicas inovadoras, que ajudam a otimizar os processos de produção e aumentar a eficiência das empresas.

Cristiano é engenheiro mecânico, formado pela UFSC, tendo tido experiências na Mercedes-Benz e também como pesquisador no Instituto Fraunhofer de Mecânica dos Materiais (IWM) na Alemanha, onde contribuiu para projetos de pesquisa em colaboração com empresas alemãs nas áreas de engenharia automotiva e de materiais. Também trabalhou por alguns anos na área de vendas, primeiramente como Sales Manager para a Latin America e como Diretor de Mercado para a RD Station.

4. **Leonardo Costa** é formado em Engenharia de Processos Industriais pela UNUSUL/SENAI e possui mestrado em Engenharia de Produção e Gestão Estratégica pela UFSC e em administração pela UNIVALI. Também é especialista em Modelos de Excelência da Gestão pelo SENAI/FNQ.

Ao longo de sua carreira de mais de 25 anos de experiência, Leonardo desenvolveu e coordenou o MBA em Gestão para Excelência SENAI/FNQ: Núcleo de Consultoria no SENAI/SC. Foi responsável por projetos de implantação de Programas de gestão estratégica, gestão da inovação, filosofia Lean e desenvolvimento gerencial em empresas como Votorantin Metais, Duas Rodas Industrial, CNI, Departamento Nacional do SESI, SENAI, INTERCAP (Guatemala), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável SC e mais de uma centena de sindicatos e patronais da indústria catarinense.

É consultor líder em programas da FNQ, Excelência SC, em projetos de reestruturação de empresas, implantação de programas de governança e compliance, sistemas de gestão e qualidade. Além disso, também é líder em programas de gestão estratégica com ênfase no

Balanced Scorecard e Inovação de Valor. Atualmente Leonardo é gestor de desenvolvimento associativo da FIESC, diretor técnico do Excelência SC e Vice-Presidente Institucional e de Alianças do Observatório Social do Brasil (OSB SC).

5. **Cristyano Luis von Dentz**, é formado em Administração de Empresas pela Escola Superior de Administração e Gerência (ESAG) e possui pós-graduação em finanças para executivos pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Cristyano atua como coordenador regional oeste para a TXM METHODS LTD.TXM e também trabalha para a Partner Nanovetores Tecnologia S.A como responsável pela implementação de programas de desenvolvimento de pessoas por competências comportamentais, auxiliando na conquista do selo de Empresas Humanizadas.

Além disso, é fundador e CEO da PerfilPSK, empresa que atua na área de Recrutamento e Seleção, com o objetivo de ajudar empresas a identificar e selecionar os melhores candidatos para suas vagas. Além disso, a PerfilPSK oferece treinamentos e capacitações para empresas e profissionais, ajudando a desenvolver habilidades e competências necessárias para o mercado de trabalho atual.

6. **Ivan Roberto dos Santos** é formado em Administração de Empresas pela Estágio e possui pós-graduação em Gestão por Competências pela UNIASSELVI. Além de ter trabalhado com vendas e gestão, atualmente ele é coordenador do Programa Floripa Mais Tec, trabalhando para o Estado na área da inovação. Além disso, é cofundador da PerfilPSK, empresa especializada em consultoria e treinamento empresarial.

7. **Orestes Estevam Alarcom** é um professor dos Cursos de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e Engenharia Civil da UFSC, pelo Departamento de Engenharia Mecânica e Materiais. Tem sua graduação em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense (1972), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1985) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1988). O professor desenvolve pesquisa na área de Materiais Cerâmicos e Materiais Metálicos, particularmente nas áreas de Processos de Fabricação e propriedades físicas e mecânicas. Atua na área de Gestão da Inovação Junto ao Centro Cerâmico do Brasil e ao setor de Máquinas e Equipamentos junto a ABIMAQ. Coordenador da Agência de Inovação e Design Cerâmico (A2D). Coordenador de diversos projetos junto a FINEP e Empresas do Setor Cerâmico. Coordenador do projeto de Implantação do Centro de Tecnologia em Cerâmica (CTCMat). Vice-presidente do Centro Cerâmico do Brasil (CCB). Consultor Ad Hoc – CNPq, FAPESC, FAPESP, FINEP, CAPES. Além disso, é coordenador da Rede Centros de Inovação em Manufatura e Bens de Capital junto ao MCT/FINEP/ABIMAQ e de projeto de pesquisa e Desenvolvimento de manufatura junto ao programa BRAGECRIM.

8. **Marcia Barbosa Henriques Mantelli** possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1982), mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1985) e doutorado em Engenharia Mecânica – University of Waterloo (1995). Marcia tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Engenharia Térmica, atuando principalmente nos seguintes temas: controle térmico de satélites, juntas aparafusadas, termossifões e tubos de calor. Atualmente é professora titular da Universidade Federal de Santa Catarina. É membro titular da Academia Nacional de Engenharia e atualmente é professora responsável no LEPTEN/LABTUCAL.

9. **Hilton José Faria** é formado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e possui pós-graduação em Business Administration and Management

pela Escola Superior de Administração e Gerência (ESAG). Com mais de 30 anos de experiência na área de engenharia, Hilton trabalha na WEG, onde atualmente é Diretor De Recursos Humanos. Na WEG, Hilton lidera a equipe responsável por desenvolver novos produtos e soluções em motores elétricos para diversos segmentos de mercado, como indústria, automação, agronegócio, entre outros. Ele também já foi responsável pela gestão de projetos e pelo monitoramento das tendências e demandas do mercado para garantir a competitividade da empresa no setor, sendo Gerente de Serviço ao Cliente e também trabalhado na área de vendas internacionais.

10. **Neri dos Santos** é graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1976), com especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal de Santa Catarina (1977). Além disso, o professor tem Mestrado em Ergonomie pela Université de Paris XIII (1982) – França, Doutorado em Ergonomie de l'Ingenierie; pelo Conservatoire National des Arts et Metiers (1985) – França e Pós-doutorado em Ingenierie Cognitive pela École Polytechnique de Montréal Canadá. Na sua atuação no mercado, é ex-Presidente da ABEPRO – Gestão 92/93 e 94/95 e ex-Decano da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR 2015/2018. Atualmente é CEO do Instituto STELA e professor Sênior do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (EGC/UFSC). Além disso, o professor Neri faz parte do Conselho Editorial das seguintes revistas: American Journal of Industrial Engineering, International Journal of Knowledge Engineering and Management, Ação Ergonômica, Gestão Industrial, INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção e Revista de Ciência & Tecnologia. Neri tem experiência na área de Engenharia & Gestão do Conhecimento, atuando principalmente nos seguintes temas: Cognição, Gestão do Conhecimento e Inovação.

11. **Laércio Aniceto Silva** possui graduação em Administração de Empresas pela ESAG, Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1975). Além disso, possui especialização em Análise de Custos e Formação de Preços e Comunicação Negociação Comercial pela Universidade Federal de Santa Catarina. Possui pós-graduação em Marketing pela ESAG, MBA em Marketing e Administração Estratégica de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas - SP (1999).

Laércio trabalhou na Telesc e na Brasil TELECOM, antes de entrar na CERTI, em 2001. Atualmente é Superintendente de Negócios da Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI).

12. **Ewaldo Moritz Neto** é um empresário e empreendedor. Formado em Engenharia Mecânica pela UFSC, e pela UNSW Sydney (2019). Moritz trabalhou como Head of Growth na Bitfwd, na Austrália, além de trabalhar com bitcoin e ter a oportunidade de estudar na Zhejiang Asia-Pacific Entrepreneurship Summit, na china e a cursar Stanford Asia-Pacific Entrepreneurship Summit, na Stanford University. Além disso, teve experiência como Open Source Contributor em Plataformas Digitais para a Blockathon DAO. Atualmente trabalha como chefe executivo para a empresa Unfair Advantage, a qual ajudou a fundar em 2019.

13. **Ana Paula Pereira** é Diretora-Executiva do Instituto Sonho Grande, organização sem fins lucrativos com a missão de escalar projetos com evidência de alto impacto na educação básica brasileira. O Sonho Grande apoia atualmente 20 estados a expandir e implementar seus programas de Ensino Médio Integral e impacta mais de 800 mil alunos em todo o Brasil.

Ana Paula é Mestre em Educação pela Universidade de Stanford e Engenheira de Produção Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Antes do Sonho Grande, atuou como líder de projetos na edtech Geekie e como consultora na Bain & Company.

14. **Maria Clara Cardoso** é uma engenheira mecânica formada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2019. Durante sua graduação, ela se envolveu em projetos de pesquisa e extensão, incluindo o projeto no LABTUCAL com termossifões, como também no estudo de Sistemas de Controle de Qualidade.

Após se formar, Maria Clara iniciou sua carreira como engenheira na área de inteligência comercial e de Marketing na empresa Engie, empresa multinacional de energia. Atualmente Maria está morando na Alemanha, trabalhando para Aurora Energy Research, como assessora comercial para instituições financeiras.

15. **Moacir Antônio Marafon** é engenheiro civil de formação, e pós-graduado em Planejamento Econômico e em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui certificado de Conselheiro de Administração pela FDC – Fundação Dom Cabral. Atua há mais de 30 anos no setor de tecnologia da informação e é um dos sócios fundadores da Softplan. Exerceu o cargo de Presidente do Sindicato das Empresas de TI da Grande Florianópolis – SEINFLO, foi vice-presidente da Federação Nacional de Empresas de Informática e Conselheiro da Fundação CERTI. Atualmente ocupa a Presidência do Conselho da Softplan, é Vice-Presidente de Talentos da ACATE - Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia, é membro do Conselho Municipal de Educação de Florianópolis, do Conselho Superior da ACIF – Associação Comercial, e Industrial de Florianópolis, do Conselho de Unidade do Centro Tecnológico da UFSC, membro do Conselho Consultivo do Sapiens Parque, do Conselho Estratégico da Fundação Unisul e de outras empresas privadas.

16. **Luís Carlos Guedes** é formado em engenharia metalúrgica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, com mestrado e doutorado em Engenharia Metalúrgica pela mesma entidade, e MBA pela Fundação Getúlio Vargas. Iniciou a carreira no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, atuando como pesquisador.

Trabalhando na TUPY S.A. desde 1984, passou pelas áreas de Pesquisa e Desenvolvimento; Engenharia de Produtos e Processos; Planejamento Integrado; Diretoria de Unidade de Negócio Autopeças e Blocos e Cabeçotes. Foi Vice-presidente corporativo da TUPY S.A. de 2004 a 2017, responsável pelas áreas de Operações e Engenharias; Investimentos Estratégicos e de Tecnologia, Pesquisa e Inovação. Desde 2017 é consultor da TUPY S.A. para projetos relacionados à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

Foi professor universitário nos cursos de Engenharia Metalúrgica na Universidade Mackenzie – SP; no curso de Engenharia de Fundição na UNISOCIESC-SC e professor convidado no mestrado em Engenharia de Processos na UNIVILLE-SC. Foi Conselheiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Santa Catarina – FAPESC nos anos de 2017 e 2018.

Atualmente Luís é Conselheiro do SESI-SC e Diretor Executivo do JOINVILLE ESPORTE CLUBE desde agosto de 2019.

17. **Reinaldo Almeida Coelho** é engenheiro mecânico pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (1999). Possui uma extensa formação, tendo feito mestrado em Industrial and Systems Engineering – Virginia Polytechnic Institute and State University

(2002), mestrado em Economia pela UFSC (2006) e Doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC (2012). Atualmente trabalha como gerente regional do Fundo Criatec do BNDES e também é professor universitário da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Finanças, atuando principalmente nos seguintes temas: alocação de recursos, políticas públicas, desenvolvimento econômico, finanças corporativas e mercado de capitais.

18. Carmen Lucia Duarte do Valle Pereira é formada em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e tem mestrado em Engenharia de Produção pela mesma instituição. Além disso, Carmen tem MBA em Business Administration pela Fundação Getulio Vargas. Ela possui mais de 25 anos de experiência na EMBRACO, tendo atuado, como diretora de Suporte Técnico ao Cliente, gerente de Engenharia de Produto e gerente de PMO da fábrica no Brasil, sendo cargos de liderança e gerenciamento de equipes, além de projetos.

Atualmente, Carmen é Gerente de Projetos na empresa Emerson Commercial & Residential Solutions, nos Estados Unidos, onde lidera projetos de desenvolvimento de produtos na área de tecnologia. Carmen é reconhecida por sua experiência em liderança de equipes multidisciplinares, gestão de projetos complexos e aplicação de metodologias de pensamento estratégico em projetos de inovação.

19. Roberto Basso é engenheiro de materiais, formado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Trabalha por cerca de 28 anos para a Portobello, empresa brasileira líder no mercado de revestimentos cerâmicos. Roberto atua como Diretor técnico da fábrica Cerâmica Portobello situada em Tijucas, Santa Catarina e é responsável pela implantação de novas fábricas do grupo no Brasil e no exterior além da incorporação de novas tecnologias e inovações em processos e produtos.

20. Marina Saffran Evangelista é engenheira mecânica, formada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2022. Marina participou de diversas iniciativas da universidade, como o Centro Acadêmico, o Núcleo ABENGE Estudantil UFSC, ambos em que foi Vice-Presidente. Além disso, foi Gerente de RH e Gerente de Área na Céu Azul Aeronaves e Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Materiais (LabMat). Marina participou do UFSC Consulting Club, trabalhando como Líder Geral por seis meses, fato que a levou ao atual emprego em que se encontra: Consultora Associada na Bain & Company, em São Paulo.

21. Giulia Ventura Gargioni é graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de São Paulo (USP). Durante a graduação, Giulia teve a oportunidade de estudar logística na University of Stuttgart, na Alemanha. Ela também possui um MBA em Finance, Social Enterprise, Strategy pela Northwestern University, nos Estados Unidos.

Giulia começou a trabalhar como estagiária na Ecoplásticos em 2007, onde desenvolveu uma estratégia detalhada de integração vertical da empresa, uma ferramenta completa de planejamento financeiro e orçamento e uma análise de custo de produção por produto. Em seguida, trabalhou como estagiária de consultoria na Bain & Company em 2011 e continuou trabalhando na empresa, progredindo de Associate Consultant para Senior Associate Consultant, Case Team Leader, Senior Manager e, finalmente, Associate Partner. Durante esse tempo, ela liderou projetos de estratégia, fusões e aquisições e transformações digitais em indústrias como educação, produtos de consumo, serviços financeiros e infraestrutura. Também teve uma experiência como estagiária de Gerenciamento de Demanda e Suprimento em todo o mundo na Apple, onde desenvolveu um quadro para quantificar os drivers de carga de trabalho

e prever os requisitos de recursos e apoiou a previsão de demanda de produtos e planejamento de suprimentos.

22. Rodrigo Fumo é engenheiro mecânico formado pela Universidade Federal de Santa Catarina, em 2001. Já no ano seguinte Fumo foi admitido na WEG, inicialmente como Engenheiro de Produto. Em 2006, já era Chefe de Engenharia de Aplicação; em 2008 virou Chefe de Engenharia de Motores HGF; e em 2009, acumulou a chefia anterior à função de Consultor de Desenvolvimento de Negócios. Foi gerente de Engenharia de Produto antes de deixar Jaraguá do Sul, em 2015, e assumir a Diretoria de Engenharia da WEG na China, a qual deixou para a nova função, em Santa Catarina. Desde 2020, Rodrigo assumiu o cargo de Diretor Global de Engenharia da WEG Motores Industriais e WEG Energia.

Além disso, Rodrigo possui um MBA em Administração de Empresas pela FGV e uma pós-graduação em Administração e Gestão de Empresas, Geral, pela Stanford University Graduate School of Business. Rodrigo possui experiência em desenvolvimento de produtos, gestão de projetos com profundo conhecimento técnico, sempre focado em soluções econômicas estratégicas e nas pessoas, para alcançar melhores resultados financeiros.

Anexo 3 – Respostas dos alunos como *feedback* da disciplina ao final do semestre de 2022.2

FEEDBACK

A. AGREGAÇÃO DE CONHECIMENTO

1. Agora tenho mais ideias das carreiras, as competências a serem desenvolvidas e sinto que tomo decisões de forma mais assertiva.

2. Palestras de temas específicos agregaram bastante, mas o que a disciplina mais me agregou mesmo foi em motivação através dos exemplos em sala.

3. Sobre os meus próximos passados, sobre inteligência emocional e, também, sobre os colegas

4. mais na parte de soft skills, multidisciplinaridade na engenharia e mercado

5. Consegui conhecer mais sobre as possibilidades de atuação de um engenheiro mecânico.

6. Autoconhecimento, sobretudo, ver o que eu gosto e não gosto, visualizar diferentes possibilidades de carreiras e vivências e networking

7. Maior aprendizado foi no planejamento de carreira. Como estruturar um plano de carreira que tenha uma boa linha lógica e de fácil elaboração, conhecimento de Carreiras na engenharia da qual eu não havia pensado antes e como eu poderia trilhar uma carreira de sucesso.

8. Cada palestrante entregou conteúdo de uma maneira completamente diferente. Seja esse conteúdo técnico, pessoal ou profissional

9. Possibilidade de ouvir o caminho de pessoas diferenciadas de sucesso, cada um com formação diferenciada como mestrado, especialização ou mesmo doutorado do seu jeito na comunicação e no conteúdo.

10. Principalmente no conhecimento sobre empresas e sobre as oportunidades de carreiras diferentes

11. Mostrou que o "pote de ouro" da engenharia não é a área de atuação e sim a capacidade de solucionar problemas independente da área

12. Agregou na minha própria visão de mundo e de carreira, e me fez visualizar um caminho mais claro em direção à minha própria construção como engenheiro

13. Acredito que o principal resultado da disciplina seja eu conseguir definir as áreas que tenho e que não tenho interesse. Dessa forma, posso definir aquilo que quero da vida e o caminho com base nas palestras.

14. O direcionamento profissional foi o principal. Aprendi mais sobre habilidades que o mercado de trabalho considera atrativas. Aprendi sobre processos seletivos.

15. Sobre as ações realmente palpáveis que podemos tomar para construir nosso futuro e as oportunidades que temos com o currículo de engenharia.

16. Conhecer diferentes carreiras e entender os objetivos pessoais e profissionais dos meus colegas

17. Soft skills e planejamento estratégico

18. como lidar com processos seletivos, como fazer um perfil no LinkedIn e como lidar com problemas que possam surgir na carreira, além de conhecer muitas outras carreiras de colegas e profissionais que palestraram.

19. Conhecimento de vida, experiência de terceiros e paz com relação ao andamento do curso, acho que me trouxe uma visão de futuro muito boa e proveitosa.

20. Visão de futuro com base em experiências reais. A me "apoiar no ombro de gigantes" para ter um melhor entendimento das possibilidades de carreira. Possíveis caminhos de carreira e "biografias" de pessoas formadas.

21. Sim, quando entramos no curso essencialmente não sabemos realmente o que um engenheiro faz. Acho que essa disciplina pode me trazer algo que eu não tive ao longo da graduação.

22. Muito conhecimento interno e um conhecimento geral sobre quem são as pessoas que fazem e gostam de engenharia.

23. Como é sempre possível mudar os planos durante a vida, se adaptando ao momento, podendo até mudar totalmente de carreira e começar do zero.

24. Pensamento crítico em relação ao planejamento de carreira

Minha visão do profissional mudou muito

25. Aprendi mais sobre as competências exigidas pelo mercado e sobre a trajetória, erros e acertos dos palestrantes.

26. Depois do meu teste individual de soft skills, descobri onde preciso focar meus esforços; descobri que meu perfil não se encaixa e todas as empresas; aprendi que preciso usar o LinkedIn para conseguir atingir meus objetivos; através do Moritz fiquei sabendo que a melhor forma de vencer os medos é se "jogar" sobre eles. Também aprendi os 3 Hs (Humor, humility, humanity) + hard word, why not e yes WE can! Essas coisas gerais que levam o ser humano para frente.

B. DIFERENCIAL DA DISCIPLINA

1. Uma disciplina mais moderna que ajuda a um direcionamento para se ter não só uma melhor carreira, mas uma melhor graduação também, por já dar luz no que deve ser seguido

2. As experiências profissionais de todos os alunos e dos convidados foi muito proveitoso, não acho que eu teria essa oportunidade em outros lugares. Foi muito bom conhecer melhor todos os colegas e entender as oportunidades.

3. Acredito que a interação com palestras.

4. Acho que essa disciplina traz a realidade do engenheiro e nos obriga a fazer seminários e planos de carreira de possíveis áreas de atuação do engenheiro, fugindo do escopo puramente teórico com cálculos, avaliações e demais.

5. Ela não é tão técnica, mesmo assim, mostra a importância de alguns conhecimentos técnicos e habilidades sociais para diferentes áreas de atuação.

6. Contato direto com o mundo profissional

7. Ela proporciona muito mais o autoconhecimento em vez de conhecimento técnico apenas.

8. Experiência diferente, permite networking e insights que não se tem em matérias convencionais.

9. Propõe a entrega de um direcionamento de carreira. A única disciplina que presenciei que se preocupa com o que o estudante realmente quer. E isso agrega no engajamento dos alunos no curso.

10. A liberdade que esta disciplina traz é muito singular, permite que os alunos desenvolvam tarefas que gostam por livre escolha, aprendendo conceitos e oportunidades que coincidem com nossos gostos.

11. Esse contato próximo com o mercado, conseguimos ver de forma mais prática como podemos atuar por meio do que aprendemos de forma teórica dentro da sala de aula.

12. O peso dela. Não é uma matéria teórica, mas sim com teor de desenvolvimento pessoal, que é algo que falta no curso.

13. A rotatividade de palestrantes e conseqüentemente visões de mundo. Isso é muito enriquecedor

14. O formato da disciplina baseado em palestras, que é muito mais interessante do que o modelo tradicional de ensino.

15. O principal diferencial acredito ser o contato com profissionais fora da universidade, o contato com pessoas que atuam em diferentes áreas.

16. Apresentou um valor pessoal, ao longo da disciplina conseguimos construir algo benéfico para a nossa construção profissional, e não apenas conhecimentos para realizar provas específicas sem muito valor claro para nós.

17. Diversidade, abrange muitas áreas e faz o aluno refletir e se conhecer melhor, muito pessoal.

18. Muito ligado a experiência dos palestrantes na prática, com os alunos das matérias permitindo ter uma visão clara dos caminhos de carreira.

19. De ser um conteúdo único, e de extrema importância principalmente para quem não tem muita certeza do que quer fazer da vida.

20. Ela faz pensar na real trajetória do engenheiro, mostrando muitos diferentes pontos de vista, algo que nas outras optativas tende a ser uma visão mais técnica de matérias base da engenharia, algo que não me agrada tanto.

21. Formato com certeza, muito bacana a ideia dos seminários.

22. Esta disciplina é focada no meu desenvolvimento psicológico, no sentido de saber conhecer quem eu sou.

23. Conhecimento prático para tomada de decisão na vida de um engenheiro

24. O formato de palestras, onde pudemos conhecer diferentes pessoas, foi muito diferente e legal. Dificilmente conhecemos mais pessoas além do próprio professor da disciplina e alguns colegas, e nessa disciplina tivemos um direcionamento para o futuro. Focamos em algo que irá agregar diretamente para a carreira de cada um.

25. Essa disciplina tem um viés pessoal e de reflexão sobre carreiras, algo que não é bem abordado ao longo do curso obrigatório.

26. As outras disciplinas não auxiliaram a entender o dia a dia do engenheiro.

27. O grande diferencial é o networking que a disciplina proporciona, nos conectando com diversos profissionais.

28. Professor não somente auxilia cada aluno de forma única e direta com extrema humildade, como ele conta das suas experiências e propicia um encontro direto com diferentes profissionais de diferentes cargos e experiências que só são possíveis pelo extenso networking que o professor possui.

29. É uma optativa que permite troca de experiências e tirar as lições que cada um quer aprender, com conversas com profissionais experientes de diferentes áreas, então permite ver alguém que já fez o que a gente começará a fazer agora e aprender as lições que já aprenderam, diferente de aulas expositivas que os alunos ficam reféns do conteúdo programado.

30. Por não ter uma carga de trabalho tão grande, permite mais que o aluno aprenda realmente o que mais lhe interessa e não é um impeditivo para cursar a disciplina enquanto realiza atividades extracurriculares e outras disciplinas em conjunto.

31. Aproxima da realidade das indústrias, coisa que no curso é um erro ficar só no academicismo.

32. Esta e PSQ foram de longe as melhores disciplinas que realizei até agora na minha vida. A diferença é que ambas ensinam coisas 100% relevantes que independente do caminho escolhido irão me ajudar muito. Saber calcular equações de convecção não vão me ajudar muito nas outras possibilidades de carreira...

33. É algo menos técnico e mais pessoal, focado especificamente em auxiliar o aluno a traçar seu próprio futuro

34. É a disciplina mais diferente de tudo que fiz na graduação e a que mais me preparou para entrar no mercado de trabalho.

35. Não vejo nenhuma outra opção de aprender tudo isso a não ser na disciplina

Nesse caso, acho que em lugar nenhum, ou em mentorias

36. Estágios diversos, extensão, mercado de trabalho podem ser fontes do conhecimento e experiência na disciplina, todavia demandaria muito mais tempo e disposição para alcançar as visões que tenho agora, cabendo às conexões que tenho me auxiliarem - as quais não são tão variáveis assim.

37. Não fosse a disciplina teria que pesquisar sobre isso na internet e buscar conversas com outros profissionais, acho que demoraria para ter essa experiência, ou nem teria

38. Acredito que não existe esse tipo de conteúdo no resto da graduação, é algo que teria que aprender "por fora", mas não seria tão bem ensinado como foi nesta disciplina.

39. Acredito que são coisas que só se prende na prática. Possivelmente iria demorar muito para agregar a experiência que foi trazida pelos palestrantes. Com tanta variedade concentrada, não imagino outro lugar.

40. Soft skills podem ser vistas nos grupos de capacitação presentes na UFSC. Já a visão geral sobre as carreiras seria mais difícil, e é nesse ponto que acredito que a matéria mais agrega.

41. Dentro da UFSC não há uma oportunidade similar a essa.

42. Não aprenderia nem 10% do que aprendi nesta disciplina em lugar nenhum.

43. Não sei, é difícil parar para olhar para o MACRO da vida, em geral em todos os lugares estamos focados em "caminhar" e não ficamos pensando ou debatendo para onde estamos indo.

C. METODOLOGIA.

Palestras:

1. Muito boas, extraordinárias, os palestrantes trouxeram histórias muito boas e foram grande fonte de inspiração, conteúdo e visão prática.

2. Agregam bastante valor. É legal ver a carreira de outras pessoas com outros olhos.

3. Muito esclarecedoras, elas permitiram não só uma visão mais aprofundada das carreiras, mas também como tais caminhos impactavam o aspecto pessoal.

Foram as melhores. Principalmente a do Cristiano e a do Moritz.

Foram as melhores... destaque para Cristiano, Moritz e Basso.

4. Acho que é bom para variar os temas da disciplina, abrindo espaço para o relato de algumas pessoas.

5. Conhecer mais da carreira e trajetória trilhada por esses profissionais referências nos dá maiores perspectivas e até ideias de como podemos trilhar a nossa, pessoal.

6. Gostei de conhecer a trajetória dessas pessoas, pois consegui me relacionar com algumas histórias e entender mais o que elas estavam passando no momento de tomada de decisão.

7. Principal diferencial foi realmente validar o que realmente vale a pena e o como devemos guiar as nossas escolhas.

8. Motivadoras e essenciais para a construção da minha visão de futuro no curso.

Foram incríveis e tive insights excelentes com elas.

9. No entanto, em linhas gerais gostaria que as pessoas falassem mais como é o dia a dia da profissão, quais as atividades diárias, como é a rotina de trabalho e etc.

10. Essas foram as palestras que mais gostei. A palestra do Moritz é muito animada e cheia de energia. Também é bom ver a experiência de um ex-alunos.

11. Enriquecedor, as nossas vidas profissional e pessoal andam juntas então achei importante ter essa perspectiva mais pessoal nas escolhas de carreira.

12. 90% muito boas. 10% regulares.

13. Foram muito boas, deram muitas perspectivas da vida profissional e de como lidar com os problemas que surgem.

14. Gostei muito, vejo que é no geral o que traz mais insights sobre nosso desenvolvimento, pois vemos que nem todos possuem uma trajetória linear e que isso é normal e necessário para amadurecimento.

15. Elas trouxeram as experiências como algo mais tangível para nós estudantes, podendo nos identificar com experiências dos palestrantes

16. Através de suas trajetórias se pode ver diferentes formas de pensar e ver o mundo e de como cada palestrante lida com o trabalho, abrindo os horizontes para possibilidades de carreiras.

17. Foram enriquecedoras no modo que ter a visão de como ocorre a trajetória de profissionais e como algumas decisões podem influenciar de forma permanente a carreira. Além disso, é interessante ver personalidades diferentes e como elas moldam a carreira profissional.

18. Avalio como sendo de extrema importância, consegui tirar muitos insights interessantes.

19. Era exatamente o esperado, mostrando como uma pessoa como nós pode alcançar a carreira do palestrante. O único problema, em algumas, é que faltou caminhos claros que poderiam ser seguidos.

20. No geral, foram bem interessantes e me ajudaram a tomar decisões sobre a minha carreira ou pelo menos a quebrar barreiras pessoais.

21. Achei fundamental, porque mostraram a importância de linkar o que seria a nossa "humanidade" com os nossos propósitos.

Elaboração Plano de Carreira:

1. Foi muito bom, pude refletir mais não só sobre a carreira, mas sobre a vida em um geral

2. Mudei um pouco meu pensamento durante o planejamento, eu sempre tinha as coisas na cabeça, mas colocar em prática diminuiu meu stress e ansiedade.

3. Achei muito esclarecedor, e consegui me dar uma ótima visão do que fazer daqui para frente.

4. Foi bem desafiador no geral, até porque ainda não tenho certeza do direcionamento, mas é bom ter um plano como guia.

5. Apesar da matéria ter ajudado a direcionar, foi mais para excluir áreas do que para decidir.

6. Foi uma ótima oportunidade para refletir sobre escolhas anteriormente feitas e buscar alternativas para outros cenários

7. Um crescimento no meu autoconhecimento.

8. Foi uma atividade importante, principalmente porque em toda aula da disciplina foi feito um planejamento indireto. O relatório e a apresentação foram fáceis de fazer por conta disso.

9. Uma experiência essencial. Superou minhas expectativas!

10. Muito positiva, sinto que consegui expandir bastante este conceito e pude planejar de maneira muito direta e consciente.

11. Me ajudou muito, foi uma ótima experiência ainda mais porque era algo que eu já estava construindo dentro do Grupo de Estudos que faço parte hoje.

12. Pude recapitular momentos já vividos (que foi muito legal ver conquistas e onde já estou) também planejar, principalmente a médio e longo prazo, foi quase que um desafio, pois a curto prazo já tenho bem definido, mas não tinha muita ideia do futuro mais distante.

13. Foi bem tranquilo e uma consequência das entregas parciais da disciplina muito legal, fazer um trabalho em relação a isso fez realmente pensar sobre meu plano de carreira.

14. Foi um pouco desafiador, uma vez que eu nunca tive certeza absoluta do que fazer no meu futuro profissional. Mas foi também muito útil e interessante para a visualização do meu futuro.

15. Foi desafiador, pensar no futuro não é algo fácil e me deixou ansioso. No entanto, acredito ser algo necessário. A parte de definição dos objetivos em específico foi muito legal, na qual pude definir o que quero alcançar e os caminhos a serem seguidos.

16. Foi bom pois pude refletir sobre minha jornada na graduação, onde quero chegar. Foi bom ter um planejamento direcionado para o que eu quero no futuro.

17. Para mim foi muito proveitosa a construção do plano de carreira pois eu já sei em qual área quero seguir e me ajudou a olhar de forma mais estratégica para o meu futuro, realmente planejando minhas ações e elencando pontos de consideração para tomada de decisão ao invés de só aceitar as oportunidades que aparecem.

18. Difícil, porém mais esclarecedor depois dos aprendizados.

19. Foi muito proveitoso, consolidar toda a minha vivência até agora e as ideias tiradas da matéria em um plano de carreira individual.

20. Extremamente esclarecedor, é o melhor conteúdo desta disciplina com certeza.

21. Buscar o autoconhecimento e botar as ideias no papel faz toda a diferença, sinto que agora minha vida está muito melhor encaminhada.

22. Foi interessante, apesar de saber que ele irá mudar bastante durante a minha carreira.

23. Foi muito bom, acho que me deu uma maturidade em olhar para o futuro algo que fiz muito pouco esse ano e que talvez devesse acontecer todos os semestres!

24. Boa, principalmente tento a chance de observar palestras de colegas que apresentarem antes.

25. Não consegui chegar a uma conclusão muito definida, porém deu um bom norte para decisões de curto e médio prazo.

26. Foi tranquila, mas foi muito bom se forçar a fazer a reflexão.

27. Foi um momento de grandes descobertas, por estar no meio do curso não cheguei em conclusões tão concretas quanto meus colegas, porém ajudou a me guiar em caminhos de estágios e matérias optativas.

28. Foi uma boa forma de guiar o pensamento sobre quais são as minhas prioridades e o que quero fazer da minha vida profissionalmente.

29. Foi bem interessante, não costumo pensar tanto no futuro, especialmente a longo prazo. Além disso, foi uma experiência legal de autoconhecimento.

29. Foi muito interessante e desafiadora, sentar e colocar as coisas no papel trazem uma certa clareza.

30. O plano de carreira foi algo que eu mais precisava fazer para melhorar tanto no curso quanto como pessoa, foi uma atividade que eu demorei muito para fazer por que planejar o que fazer daqui para frente é algo que dificilmente fiz e ainda agora tenho muita dificuldade em fazer.

31. Foi muito boa, me deu mais segurança no meu caminho e no meu planejamento.

32. Gostei da experiência de parar para pensar um pouco mais na minha carreira, apesar de eu já fazer isso frequentemente, alguns planos de prazos mais longos foram interessantes de refletir e ter que detalhar em uma apresentação.

33. Era uma coisa que havia pensado, porém não de forma detalhada como pede a matéria.

34. Foi um momento de muita reflexão individual, tentando buscar inspirações e referências a serem seguidas. Gostei de poder participar desse momento que pude me conhecer um pouco melhor enquanto futuro profissional e da própria vida pessoal também.

35. Foi bastante proveitoso, muito difícil, mas julgo que esta disciplina deveria se tornar obrigatória.

36. Foi difícil porque ainda não consigo decidir o que quero fazer, mas me ajudou a especificar alguns outros pontos.

37. Para mim foi fácil, porque já tenho bem definido onde quero atuar. Mas foi difícil no sentido de estabelecer prazos para isso.

Seminários:

1. Todos os alunos aprofundaram bem nas respectivas carreiras e deu para entender melhor fazendo uma conexão com as palestras dos convidados

2. Os seminários foram muito interessantes, e principalmente o tema que eu escolhi e pude aprofundar mais sobre a escolha foi muito bom.

3. Agregaram bastante, acho que foram muito boas, só acho que algumas palestras foram muito cansativas, principalmente as que tinham duas aulas, como a de planejamento estratégico, que apesar de ser importante ficava muito repetitivo e maçante.

4. Talvez algum painel com mais profissionais do mesmo ramo traga uma experiência mais interativa

5. Gosto muito do formato aplicado. Auxiliaram muito.

6. Não penso que exista maneira melhor de se aprender. Prova não funciona

7. Acredito muito, me ajudou demais, como disse, até para ter consigo as aprovações nos processos seletivos que passei nesse semestre. Acho esse formato ideal para a disciplina, era bem a minha expectativa.

8. É bem legal conhecer os outros engenheiros em formação e ver que, de um modo geral, todo mundo está no mesmo barco.

9. Acredito que sim, gostei desse formato, agregaram demais e me ajudaram a esclarecer dúvidas que eu tinha em relação a carreiras das quais eu tinha interesse

10. Acredito que os seminários a respeito das carreiras foi um dos auge da disciplina. Me ajudaram muito a direcionar minha carreira e eliminar algumas áreas que cogitava. Não sugiro outro formato.

11. Gostei dos seminários de outras equipes, no entanto não gostei de fazer o da minha equipe, acredito que o tema foi escolhido de sobra pelos membros e foi mal utilizado. Membros da equipe desistiram da disciplina durante a elaboração do seminário o que dificultou mais ainda.

12. Eu acho que o seminário ajudou quem já tinha uma carreira em vista e, portanto, conseguiu aplicar de forma mais objetiva e certa os conhecimentos obtidos. Quem ainda não sabia em qual área seguir acabou falando mais sobre quem é e a trajetória do que como pretende construir a carreira. Mas os seminários de carreira não achei interessante, principalmente porque nem todo mundo conseguiu ficar no grupo da área que queria então se aprofundou em algo que não tinha muito interesse ao invés de estudar algo interessante para sua carreira.

13. Formato ficou bom. Acredito que me ensinaram muito sobre o meu tema, mas os demais não consegui aprender muito apenas pelos seminários apresentados pelos colegas.

14. Vejo que precisariam de mais tempo para desenvolvimento.

15. Acredito que sim, seria legal trazer mais materiais para serem passados após as palestras. Se os palestrantes pudessem trazer artigos e literaturas no geral iria agregar muito.

16. Agregaram muito, tanto pela explicação de algumas áreas que estava em dúvida quanto a novas áreas.

17. Ajudou bastante no tema em que eu pesquisei, pois precisei ir a fundo.

18. Os que assisti foram breves e não agregaram tanto assim. Assistir todos de uma vez é um pouco maçante.

19. Trouxeram uma visão de várias áreas, inclusive as que inicialmente eu não tinha interesse e por causa disso não entendia tão bem como funcionavam.

20. É uma forma muito interessante de aprender sobre possíveis caminhos pela trajetória de outras pessoas, porém gostaria que fossem mais interativos.

21. Esses seminários complementam as palestras de profissionais ao dar um conhecimento mais formal sobre as carreiras.

22. Gostei do formato e sugiro continuar assim

23. Sim, abrangendo um grande número de profissionais e de áreas de atuação

24. Não vejo outro formato muito evidente. Talvez encaminhar as pessoas para entrevistar especialistas na área em questão possa ser um experimento interessante.

25. As apresentações que mais gostei foram as que quando os apresentadores ou tinham experiência na área ou conversaram com pessoas experientes.

26. Acredito que apresentar sobre as diferentes áreas foi interessante descobrir as diferentes possibilidades de carreiras e as características de cada uma.

27. Esclareceu inclusive em não seguir a carreira de engenheiro.

28. Serviram para o entendimento de determinada carreira. Penso que o formato pode ser mantido.

29. Agregaram muito no sentido de entender a amplitude de oportunidades que temos a nossa disposição.

Fazer *feedback* /comentários dos palestrantes:

1. Não era muito atrativo. Talvez teria alguma outra forma melhor de avaliar a experiência.

2. Gostei, faltou algo para validar se já tinha dado o *feedback*.

3. Dúvida sobre responder de forma longa e extremamente pessoal, ou de forma mais geral. Principalmente para com as palestras que me afetaram profundamente eu procurei responder pessoalmente.

4. Acho fundamental para possibilitar uma melhoria contínua das palestras, no entanto, confesso que teve semanas que não tive tempo para dar um *feedback* muito detalhado.

5. Achei bom o formato, algo rápido de fazer, só tem que lembrar de responder logo senão informações podem ser esquecidas.

6. Um pouco repetitivo, não consigo pensar em outro formato.

7. Por conta da rotina, as vezes fica um pouco complicado responder a tempo.... Talvez um formulário por semana ficaria mais fácil

8. Achei o formato muito bom, só não gostei de ter que avaliar cada palestra dos seminários, ficou muito repetitivo.

9. Achei razoável, talvez perguntas direcionadas

10. Bem tranquilo, penso que o formato está ok.
11. Acho interessante que haja também um *feedback* repassado aos apresentadores.
12. Talvez uma sugestão seria ter sempre um tempo da aula destinado ao preenchimento e mais focado em notas, para ser mais uma avaliação quantitativa mesmo, do que qualitativa, para ser mais ágil.
13. Foi um pouco maçante, seria legal trazer *feedback* s mais curtos.
14. Achei o prazo para responder muito bom entre as palestras, na minha opinião pode ser mantido.
15. sugestão de que os *feedback* s fossem feitos em papel durante a aula, assim, além do *feedback* o professor poderia também conferir a presença de quem foi na aula.
16. Acho que não há necessidade de três perguntas discursivas
17. Os *feedback* s foram um ótimo modelo de avaliação.
18. Acho que esse era o melhor formato, as vezes só lembrava de responder mais para o final, mas é importante para ver a opinião dos alunos como um todo sobre as palestras.
19. Foi extremamente desgastante. Tinham semanas em que eu estava lotado com trabalhos e graduação que essa tarefa passou batido. Sugiro aumentar o prazo para 2 semanas
20. Achei bastante cansativo
21. Não achei o formato muito interessante, e conforme as semanas se passaram acabou se tornando muito tedioso. Acredito que seria melhor fazer um questionário semanal mais específico em relação ao tema abordado na palestra.
22. A única dificuldade é que algumas vezes eu não sabia se já havia respondido sobre um palestrante ou ainda não, talvez colocar a opção de receber um *e-mail* com as respostas quando enviar (existe essa opção no google *forms*).
23. "O que você aprendeu com essa palestra?" sempre era muito difícil de responder porque tinham algumas que não aprendi nada muito concreto.
24. Os *feedback* s foram uma boa forma de repensar sobre o que foi mais proveitoso de cada apresentação. Porém os *feedback* s sobre os seminários ficaram um pouco mais deslocados desse contexto.
25. A experiência foi tranquila. Uma sugestão seria reservar os 5 minutos finais de cada aula para preencher o formulário, dessa forma a informação está fresca na cabeça.
26. Formatos de preenchimento em aula todo início de aula da palestra anterior e afins pode ser interessante para garantir uma boa taxa de respostas.
27. Deixar disponível apenas até 1h depois da apresentação. Se deixamos para responder depois nos esquecemos de responder ou até qual era o *feedback* .

28. No começo estava tranquilo, mas conforme o semestre foi passando não senti que consegui cumprir.

28. Elas me fizeram pensar mais no que foi falado durante as palestras.

29. Foi tranquilo e a frequência incentivava a internalização dos conteúdos

30. As perguntas nem sempre se encaixam no contexto da palestra

31. Foi tranquilo no geral, o trabalho não era muito extenso e era bom para refletir sobre as palestras.

32. Foi tranquilo, nada que dava muito trabalho e acredito que é interessante para que os palestrantes possam trazer apresentações ainda melhores.

33. Achei um pouco de perda de tempo responder todos, pois não conseguia agregar muita informação

34. O prazo dado era mais que suficiente para responder e acredito ser o método mais eficiente de avaliação.

35. Achei razoável. A pergunta de como a palestra influenciou na minha carreira achei um pouco desnecessária, já que tem palestras completamente não relacionadas e que eu não tinha o que responder.

36. Além disso, penso que os *feedback*s dos seminários dos alunos poderiam ser diferentes, mais sucinto, uma vez que deve ser respondido uns cinco por semana. Legal

Conhecer os planos dos colegas:

1. Posso ver como estão os outros e ainda tirar ideias para minha própria vida
2. Foi muito proveitoso, inclusive, nas palestras do último sábado decidi continuar no curso por causa da palestra dos alunos.

3. Foi interessante para saber os rumos que os colegas vão tomar e poder ter uma rede de contatos e sabem a quem recorrer em cada área.

4. Com certeza, cada um teve um plano bem original e que podem servir de espelho para o meu plano. Por exemplo, o propósito de alguns colegas achei bem interessante e posso posteriormente agregar no meu plano.

5. Com certeza, adiciona experiências que quero participar, matriz SWOT, fatores que não tinha pensado e que pensei sobre durante as apresentações, possibilidades de carreiras, então foi muito proveitoso.

6. Interessante ter contato com pessoas com visões diferentes, o que fomentou reflexões da própria carreira.

7. Foi proveitoso, alguns foram bem inspiradores.

8. Acho interessante, no entanto, com o passar do tempo os planejamentos vão se tornando repetitivos (apesar de cada estudante ter suas peculiaridades).

9. Ótimo ver a visão e experiência dos outros.

10. Sim, da mesma forma que as palestras, vejo que escutar os planos dos demais colegas trás ideias de coisas que nós podemos fazer também e não havíamos pensado antes, além de podermos nos ajudar no futuro.

11. Pude me relacionar com as histórias e até considerar mais opções para a minha própria carreira.

12. Em relação aos planos mais voltados para áreas de gestão, sim. Não acho que irei aproveitar muito os planos individuais voltados para áreas técnicas da engenharia, mas foi interessante conhecê-los.

13. Sempre muito bom ouvir a história e objetivos das outras pessoas, acredito que ver as dores e caminhos dos outros ajude muito a construir a própria jornada.

Foi interessante ver os outros planos. No entanto achei que pelo número de aluno na turma acabou ficando meio cansado depois de alguns dias.

14. Interessante observar outras perspectivas de vida e o que eu poderia aplicar de outros planejamentos ou oportunidades de mercado que não percebi.

15. Tem muitos colegas com os quais convivo, porém não sabia das aspirações profissionais.

16. Acho que sim, me deu algumas ideias do que posso fazer e possibilidades para o futuro.

17. É bastante repetitivo assistir planos em sequência e não consegui prestar atenção em todos.

18. Foi bom conhecer algumas pessoas, mas como foram muitas apresentações acabou ficando repetitivo.

19. Até certo ponto sim, acredito que foram muitas semanas focando nas apresentações de colegas que poderiam ter sido mais palestras que agregaram mais do que assistir aos planos de carreira, porém foi muito interessante conhecer os colegas por meio do plano de carreira.

20. Essas apresentações permitem se estabelecer um contraste com o seu próprio plano e refletir sobre diferentes formas de pensar sobre esse planejamento, da forma como foi feito pelos colegas.

21. Saber como as pessoas pensam em suas trajetórias agregou bastante e me fez refletir a respeito do meu próprio plano.

22. Abriu muito meu olho para procurar experiências fora da formação do curso, além de perceber o que fez as pessoas escolherem o curso e as experiências que fizeram permanecer nele. Seria exponencialmente mais difícil fazer o plano de carreira e até apresentar ele, sem ver o exemplo dos colegas.

23. Principalmente dos colegas que eu tenho mais contato.

24. Ver a apresentação de alguns amigos foi interessante, porém como foram muitas apresentações, acabou ficando um pouco maçante. Nesses casos, acho essencial que seja controlado o tempo, pois a maioria das apresentações extrapolaram o tempo previsto, o que prejudicou a objetividade e dinamicidade das apresentações.

24. Não muito, provavelmente vamos mudar no meio do caminho.

25. Acho que pode ser legal algum tipo de apresentação para a turma, porém o detalhamento dos planos, na minha visão é algo muito pessoal de cada um. Acredito que a apresentação do plano para toda a turma não seja o melhor formato.

26. Com certeza, ter a visão dos colegas em vários tópicos enriqueceu muito minha perspectiva quanto ao caminho que traçarei.

Anexo 4 – Exemplo de PIC de uma aluna do semestre de 2022.2

PLANO DE CARREIRA

Autor: aluna da matéria de Carreiras em 2022.2

Florianópolis, 14 de novembro de 2022.

1. Contexto familiar e formação pessoal

Me chamo Maria Eduarda, mas gosto que me chamem de Maria, acredito que esse nome representa mais a minha personalidade. Nasci em Santa Maria, Rio Grande do Sul, mas vivi minha infância inteiro em Ronda Alta, no norte do mesmo estado. Venho de uma família de descendência italiana, e por isso com todas as suas características: muita gente, gostam de estar reunidos e são muito calorosos. Dos meus pais, Jéferson e Lisiane, sempre recebi muito amor e dedicação. Me foi ensinado desde cedo por eles que o trabalho é extremamente importante para encontrar o sentido da vida. Por isso, desde cedo fui estimulada a fazer muitas atividades e me dedicar muito para o estudo.

Sempre gostei de praticar esportes. Desde muito cedo comecei a treinar vôlei, a correr e também a praticar danças como ballet e dança tradicionalista gaúcha. Isso sempre foi parte da minha vida, atrelados com o estudo. O gosto por leitura me foi ensinado pelos meus pais desde que nem sabia ler e eles precisavam ler para mim e meus irmãos. Esse hábito com certeza me possibilitou ter facilidade de aprendizado no futuro, quando foi necessário. Também fui muito estimulada à música, com meu pai ensinando violão e posteriormente frequentando aulas também de teclado e coral – mas nunca tive muito talento. Acredito que a conjuntura de todas essas habilidades interdisciplinares me fez crescer em um ambiente muito saudável e equilibrado, com práticas que estimulavam meu corpo e mente.

Meus pais também sempre tiveram o viés de passar para mim e meus irmãos que retornar o privilégio de nossa situação para a sociedade é muito importante. Assim, sempre fui estimulada a pensar em uma escolha profissional que pudesse devolver algo à sociedade e pudesse praticar constantemente a caridade. Meus pais sendo ambos dentistas, conseguem por isso em prática todos os dias, e aprendi muito com eles.

Ademais, com minha mãe aprendi muito sobre como ser organizada facilita a vida e como disciplina nas ações do dia a dia traz resultado. Já de meu pai herdei a vontade de sempre resolver as coisas por mim mesma, pois se quero que algo seja feito, então é necessário me mover e lutar por isso. Com meu irmão, João Afonso, me inspirei muito sobre a escolha da profissão – ele também é Engenheiro Mecânico – e aprendi que se quero me destacar e não ser mais um profissional dentre outros, preciso escolher o caminho mais difícil. Por fim, com minha irmã, Gabriela, que é minha irmã gêmea, aprendi muito sobre companheirismo e sempre a tive como inspiração de mulher autoconfiante e determinada.

2. Minha trajetória

Fui criada em cidade pequena, por isso sempre tive a segurança e tranquilidade desse ambiente à minha volta. Em Ronda Alta pude desenvolver diversas habilidades diferentes em meus primeiros 15 anos de vida. Sempre fui estimulada e tive segurança de praticar diferentes atividades e me interessar por diferentes assuntos. Um ponto que destaco que iniciou meu processo de amadurecimento profissional que acabei escolhendo no futuro foi ter ganhado, ainda com 12 anos, minha primeira bolsa do CNPq devido à Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. Ali tive a primeira experiência de recompensa por esforço acadêmico, além de perceber e começar a desenvolver cada vez mais uma afinidade pelas exatas.

Também, ainda no período de Ensino Fundamental, tive a oportunidade de desenvolver um projeto sobre energias renováveis para uma feira de ciências municipal. Foi um projeto que aprendi muito sobre o assunto e tive a felicidade de ser consagrada campeã. Neste período percebi minha afinidade pela área da engenharia e como, alinhada com o que meus pais me

ensinaram, ela poderia ser um instrumento de melhora da sociedade atual e do meio ambiente, como através do desenvolvimento de projetos na área de energias renováveis.

Já para o Ensino Médio, tive que me mudar de cidade, indo morar longe de meus pais com ainda 15 anos. Me mudei para Passo Fundo, Rio Grande do Sul, para estudar no Colégio Tiradentes da Brigada Militar. Minha escolha foi baseada na procura por um ensino de maior qualidade e ainda público. Nesse período aprendi sobre disciplina e tive meus primeiros desafios da independência. Na escola, pude participar da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica. Esta me proporcionou uma experiência que considero outro marco em minha jornada. Pude participar na Jornada Espacial e São José dos Campos, em 2018. Lá tive pela primeira vez contato com a engenharia e muitos engenheiros. Ouvi diversas palestras e pude conhecer o INPE e o ITA. Ver de perto satélites sendo construídos me fez perceber por definitivo que engenharia era o que eu gostaria de fazer para a minha vida.

Assim, até então desenvolvi interesses bem distintos, mas com a matemática e engenharia como cerne. No entanto, paralelo a isso, iniciei um pequeno “negócio” em minha escola. No terceiro ano comecei vendendo brownie para alguns amigos, e deu tão certo que quando vi minha irmã e meus pais (alguns finais de semana que estavam na cidade) já estavam envolvidos no negócio, pois a demanda era alta, juntamente com o lucro. Ali percebi como gostava da ideia de ter meu próprio negócio e como era possível empreender, bastava ter coragem.

Desse modo, quando chegou a época de fazer o vestibular, estava dividida entre minhas áreas de interesse: energias renováveis, aeroespacial e empreendedorismo. Assim, conversando com meu irmão e familiares, percebi que a Engenharia Mecânica era um ramo que poderia explorar qualquer um desses campos, além de outros, caso não me achasse em um desses. Prestei vestibular para Florianópolis e passei.

Em 2020 me mudei sozinha para estudar na UFSC, mas logo veio a pandemia e o primeiro ano de faculdade veio, passou e pouca coisa aconteceu. Como muitos, fiquei desmotivada pelo EaD, sem a interação social que a universidade permite e apenas tendo a base extremamente teórica do início do curso passou pela minha cabeça diversas vezes que havia feito a escolha errada. Ademais, acrescento que em 2020 comecei a diminuir drasticamente meu consumo de carne, fato que me fez perceber como esse mercado ainda é muito desassistido no Brasil, mas ao mesmo tempo está muito em ascensão devido ao impacto negativo ao meio ambiente causado pelo consumo exagerado de produtos de origem animal. Neste ponto me surgiu a ideia de empreender no setor alimentício. Utilizando da agricultura local da minha cidade, quero fundar uma empresa que processa a soja e o transforma em alimentos que são a base da dieta vegana, como leite de soja, tofu e hambúrguer de soja.

Então, em 2021.1 prestei o processo seletivo para a empresa júnior, a i9, e entrei. Lá consegui aprender muito sobre diversos assuntos, além de interagir com muitos graduandos. Ainda estou na empresa até agora, completando meu ciclo de dois anos na empresa este semestre.

Entrar na i9 foi um ponto de virada de chave para minha formação profissional. Lá desenvolvi muitas *hard skills* em processos de engenharia, tendo a oportunidade de vender uma consultoria e executar meu primeiro projeto de máquina para um cliente real, uma máquina de desenformar balas de goma. Mas também me desenvolvi em outros aspectos, comercial e de Marketing, pois atuei diretamente com isso. Esses conhecimentos, além dos conhecimentos de

estratégia que adquiri virando diretora da área de Mercado, com certeza são “ferramentas” que tenho para quando abrir minha própria empresa.

Também entendi a realidade dura do empreendedor e como temos que desenvolver *Soft Skills* para sermos capazes de lidar pessoas – que é um trabalho extremamente difícil, mas necessário. Aprendi como a formação de uma cultura organizacional é importante para o sucesso da empresa e como é necessário sempre acreditar nos objetivos traçados. E, além disso, tive que fazer escolhas difíceis com relação à gestão do meu tempo. Muitas vezes tive que optar por não ir tão bem na graduação em detrimento das atividades que a empresa necessitava de mim.

Por fim, além dessas áreas de interesse despertadas na faculdade, recentemente me vejo muito interessada por Controle de Qualidade, devido à matéria optativa da graduação, que me permitiu visitar diversas fábricas e entender como isso funciona na prática.

3. Missão, visão e valores

Como ficará claro ao declarar os pontos que regem minha vida, eles foram a construção de diversos acontecimentos em minha vida e foram fortemente influenciados pela minha família.

3.1 Missão:

“Ajudar a construir um mundo mais ético e melhor para as gerações presentes e futuras, por meio de um trabalho responsável e que preserve e otimize meus recursos e do planeta.”

Aqui reforço o ponto que meu desejo mais forte é trabalhar em uma área que vise a otimização e preservação dos recursos naturais do planeta. Mas também procuro desenvolver um ambiente que seja viável para eu me desenvolver como pessoa.

3.2 Visão:

“Ser uma cidadã de excelência, tanto no ramo profissional como pessoal.”

Esta visão deixa bem claro que procuro desenvolver minha vida baseada em dois pilares: trabalho e vida pessoal. Quero ser referência tanto nos trabalhos e projetos que participar, como com minha família e em relação à saúde física e mental.

3.3 Valores:

- Ética: é o que meus pais sempre me instruíram a agir, independente da situação, para ser um cidadão de bem;
- Respeito: independente de gênero, etnia, idade, condição social, todos merecem respeito e oportunidade;
- Excelência: sempre dar o meu melhor, procurando me destacar e ser referência no trabalho que faço;
- Integridade: procurar ser uma cidadã que faz o que é correto, atingindo meus objetivos pelo caminho do justo;
- Responsabilidade: é necessário ter noção que todas as minhas ações geram consequências e estar preparada para tanto;
- Equilíbrio: procuro viver minha vida com equilíbrio entre trabalho, família e saúde (física e mental) para que o ecossistema em que estou inserida seja sustentável.

3.4 Propósito:

“Ser uma profissional de referência, trabalhando sempre com inovação, responsabilidade e equilíbrio por aquilo que acredito”

Acredito que meu propósito complete bem o que acredito ser o caminho ideal para a minha vida, o qual basearei minhas ações para ter um “norte” e saber para onde devo ir.

4. Matriz de SWOT

4.1 Forças:

- Resiliência, dedicação, empatia: estas forças adquiri sendo diretora da i9, pois lido diariamente com muitas pessoas, resolvendo problemas complexos e sendo a pessoa que motiva o time mesmo nos momentos mais difíceis.
- Pensamento sistêmico, organização: como engenheiro e estudante, somos obrigados a desenvolver estas duas habilidades e, apesar de acreditar necessitar melhorá-los ainda, acredito já ser uma força.
- Apresentação de bons PPTs, bom *storytelling*, *skills* em vendas e *marketing*, consultoria: estas habilidades também adquiri trabalhando no ramo comercial, participando de muitas vendas e negociações.
- Coragem para tomar riscos, flexibilidade, inglês fluente: estas habilidades adquiri em minhas experiências no exterior e acredito serem forças para lidar com adversidades e ambientes diversificados no futuro.
- Independência: o fato de morar sozinha, já ter ido para o exterior sozinha são fatores que me ajudaram a construir uma personalidade para tomar riscos e traçar ações sem a necessidade de outros, apesar de acreditar que consigo trabalhar bem em equipe.

4.2 Fraquezas:

- Não ter uma terceira língua: pois no mundo competitivo e globalizado atual é necessário ter domínio de outras línguas quando se procura diferentes oportunidades.
- Perda de foco relativamente rápido, procrastinação, organização e priorização: por ter muitas coisas para fazer, muitas vezes não consigo listar minhas principais entregas e organizá-las por data e ordem de relevância, o que me faz ficar sem saber por onde começar, que me leva a procrastinação e perda de foco durante execução.
- Dificuldade em manter rotina saudável: devido ao relatado anteriormente, não consigo conciliar, muitas vezes, rotina de estudo, trabalho, atividade física e sono de forma a levar uma vida saudável.
- Aprendizado lento: acredito necessitar de bastante tempo para meus estudos, a fim de entender bem os conteúdos, tendo que repeti-los várias vezes, o que demanda muito tempo, sendo uma fraqueza.

- Timidez, comunicação, insegurança, oratória: ser tímida e insegura em momentos de convívio social ou de destaque (como apresentações) faz com que minha comunicação e oratória ainda sejam pontos fracos para mim.

4.3 Oportunidades:

- Graduação: Já tive até agora diversas oportunidades de crescimento na graduação, e vejo que os próximos 2 anos ainda podem ser cheios de mais oportunidades.
- Empresa júnior, Movimento Empresa Júnior: estar dentro de uma EJ e fazer parte de uma rede a nível nacional e internacional de jovens empreendedores me põe em um ambiente muito propício a ter acesso a diversas oportunidades e contatos para me desenvolver.
- Matéria de Construindo Carreira, de Projeto de Sistema de Qualidade: estar cursando matérias que me coloquem em contato com a indústria e com pessoas que possam contribuir para meus objetivos profissionais é uma oportunidade.
- Graxearas: fazer parte de uma rede de apoio de mulheres com os mesmos interesses e experiências semelhantes ou muito diferentes das minhas é uma grande oportunidade.
- Laboratórios, estágios, intercâmbios: utilizar dos recursos extras da universidade para completar minha formação.
- Extra Curso da UFSC para proficiência em outras línguas, cidadania europeia: utilizar do programa da UFSC para aprender meu terceiro idioma (italiano) e utilizar da minha futura cidadania italiana para conseguir oportunidades de emprego ou estudo na Europa.

4.4 Ameaças:

- Ser mulher em uma profissão estruturalmente machista e dominada por homens: ser menos valorizada em meus serviços ou menos levada a sério por ser mulher.
- Desvalorização dos empregos de engenheiro, economia do país, política ideológica mundial: dificuldade de encontrar emprego devido a ameaças de mercado.
- Pandemias, graduação EAD: não conseguir uma boa formação acadêmica devido a acontecimentos mundiais que fogem ao nosso controle.
- Concorrentes, instabilidade econômica pessoal, ser a primeira engenheira da família, mudanças aceleradas do mundo: não ter experiência prévia para atuar no ramo que desejo, sendo nova no mercado e sem patrocinadores para competir com as grandes marcas que já dominam o mercado.

5. Direcionamento Profissional

Com base nas diretrizes da minha vida, planejo uma ordem cronológica de minha carreira da seguinte forma:

5.1 Curto prazo: Intercâmbio e finalizar a graduação (até 3 anos)

Fazer um intercâmbio para ter uma experiência internacional e melhorar minha terceira língua. Na décima fase, encontrar um estágio em empresa de interesse em permanecer já após formada.

5.2 Médio-Longo prazo: Primeiros anos de trabalho (daqui 3 até 6 anos)

Trabalhar em indústria com: controle da qualidade, ou consultoria ou inovação. O intuito é adquirir conhecimentos diversos e contatos para no futuro (quando for economicamente viável) ser capaz de abrir meu próprio negócio.

5.3 Médio-Longo prazo: Maior direcionamento de carreira (daqui 6 até 10+anos)

Trabalhar com gestão e estratégia (experiência empresarial), adquirindo conhecimentos em financeiro e jurídico, e todos os demais campos que um empreendedor necessita ter noções básicas ou aprofundadas para ter seu próprio negócio.

5.4 Longo prazo: Fundar minha própria empresa (daqui 10+anos)

Fundar minha própria empresa de produtos veganos derivados de soja para a popularização desse estilo de vida no mercado nacional e utilizar da agricultura local da minha cidade natal.

6. Diretrizes da minha vida

Neste tópico abordarei mais detalhadamente quais são as diretrizes da minha vida e como pretendo fazer com que meus objetivos sejam alcançados. Utilizando da metodologia 5W2H, com algumas adaptações, irei destrinchar como pretendo atingir tais objetivos.

6.1 “Ser uma profissional qualificada”

Desde muito cedo venho me capacitando para atingir tal objetivo, sendo atualmente o principal foco da minha vida. Esta diretriz contempla o meu desejo de fazer um intercâmbio para a Itália, a fim de me tornar fluente na língua e conhecer mais sobre o país de origem da minha família.

DIRETRIZ	O QUE (Objetivo)	COMO	QUANDO	ONDE
Ser uma profissional qualificada	Fazer um intercâmbio na graduação	Mapeamento de oportunidades disponíveis no SINTEC, pelo coordenador do curso, por professores em áreas de atuação de maior afinidade. Fazer Italiano em 2023 (Cursos Extra) e prova de proficiência em Inglês (até junho de 2023)	2023/ 2024	Itália, Holanda, Austrália, Nova Zelândia
	Me formar em Mecânica	Terminar matérias obrigatórias e optativas e fazer TCC (escolher o tema até junho de 2023); fazer estágio obrigatório voltado para CQ, consultoria ou inovação	2025	UFSC
	Fazer mestrado	Mapear oportunidades de mestrado ao final da faculdade, podendo ser adiado caso oportunidade de emprego seja mais vantajosa	Até 2029	Brasil ou exterior
	Aperfeiçoamento contínuo	Leitura constante, mapeamento de cursos online ou presenciais e eventos no geral	-	-

6.2 “Ter estabilidade financeira”

Esta diretriz diz respeito a ser capaz de gerir os meus recursos para ser capaz de me desenvolver, vir a abrir o meu próprio negócio e ter minha própria família.

DIRETRIZ	O QUE (Objetivo)	COMO	QUANDO	ONDE
Ter estabilidade financeira	Trabalhar como engenheira	Trabalhar na indústria ou consultoria, com oportunidades mapeadas desde a graduação	2026	Brasil ou exterior
	ter conhecimento sobre finanças pessoais	Estudar finanças em matérias optativas disponíveis na graduação ou cursos online	2025	UFSC e Interne
	Ter conhecimento sobre investimentos	Fazer cursos online ou presencial	Até 2029	-

6.3 “Ter uma vida saudável”

Esta diretriz é a primeira a ser deixada de lado quando as obrigações do dia a dia são demasiadas. Mas este pilar é um dos principais responsáveis para que todos os demais sejam executados. Nos últimos anos na empresa júnior percebi como é importante manter este pilar como uma prioridade. Assim, das atividades listadas abaixo, destaco as duas primeiras como

atividades que considero obrigações em meu dia a dia, e não mais como atividade extra.

DIRETRIZ	O QUE (Objetivo)	COMO	QUANDO	ONDE
Ter uma vida saudável	Praticar atividade física	Frequentar academia pelo menos 3 vezes na semana e correr 2 vezes por semana.	Sempre	Onde estiver
	Estar conectada com Deus	Ser praticante da religião de meus pais, frequentando uma vez por semana o centro espírita ou praticar o evangelho no lar.	Sempre	Onde estiver
	Praticar atividades de recreação	Priorizar o descanso pelo menos um dia na semana (como domingo) para praticar meus hobbies ou sair da rotina.	Sempre	Onde estiver
	Participar de grupos de dança	Participar de um ou mais grupos de dança na universidade.	2023	UFSC

6.4 “Ter uma família”

Esta diretriz é a única que não trago destrinchado em 5W2H, pois me parece, no momento em que me encontro, muito subjetiva para se ter data e local. Mas, o meu desejo é formar uma família, com um parceiro que me respeite e que também esteja disposto a criar um ambiente seguro e propício para a criação do(s) meu(s) filho(s). Este pilar considero um dos mais importantes e o que dá sentido para a vida. Neste ponto destaco a apreensão de conseguir conciliar uma vida profissional com pessoal, mas meu objetivo é buscar este desafiador equilíbrio.

6.5 “Colaborar para um planeta mais sustentável”

Esta diretriz é a que irá guiar as minhas escolhas profissionais. A curto prazo me vejo fazendo matérias optativas voltadas para o assunto de sustentabilidade, seja em energias ou outros ramos de atuação. A médio e longo prazo, irei procurar sempre estar trabalhando em empresas que tenham em seus valores a sustentabilidade. E, por fim, como objetivo principal, irei abrir meu próprio negócio (após trabalhar em ambientes que me deem conhecimento, me proporcionem contatos e encontre investidores, se necessário) no ramo de sustentabilidade, voltado para a alimentação da população ascendente.

APÊNDICE G – RELATÓRIO DA DISCIPLINA PROJETO DE SISTEMAS DE QUALIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

SERGIO LUIZ GARGIONI

DISCIPLINA DE PROJETO DE SISTEMAS DA QUALIDADE (PSQ)

FLORIANÓPOLIS

2023

1. INTRODUÇÃO

Criada pelo Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC em 1990, a disciplina de Projeto de Sistemas da Qualidade é oferecida desde então e de forma ininterrupta aos alunos de Engenharia – apesar de ser aberta a qualquer curso. Em todas as mais de 60 edições, ela tem recebido avaliação superior por todos que frequentaram a ponto de ter havido grande procura por matrículas ao longo dos anos. Na última edição, ministrada em 2022.2, as 30 vagas foram totalmente preenchidas. Embora a maioria absoluta seja de estudantes da Engenharia Mecânica, matrículas de alunos de Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia de Automação e Controle, Engenharia Civil e mesmo da Psicologia, por exemplo, tem sido frequente e tido sucesso.

A matéria é, há 30 anos, lecionada pelo mesmo professor: professor Sérgio Luiz Gargioni, engenheiro mecânico formado pela UFSC (1971). Professor Sérgio possui, além disso, mestrado Engenharia Mecânica (Ciências Térmicas) pela University of Illinois USA (1973), doutorado incompleto EMC UFSC (faltando concluir tese: Sistema de Gestão da Qualidade na Indústria Cerâmica) (1986 a 1990), MBA Executivo pela IMD Lausanne CH (1978), na Suíça. Sérgio é professor do Departamento de Engenharia Mecânica (EMC) desde 1972. Foi chefe do EMC de setembro de 2018 a setembro de 2020. Ainda no EMC foi Coordenador de Estágios (2015-2017). Além disso, no período de 1975 a 2018 (43 anos) exerceu inúmeras funções executivas, sempre em paralelo à atividade docente. É membro da Academia Nacional de Engenharia (2017) e Doutor Honoris Causa UDESC (2015).

Sua criação foi inspirada no movimento brasileiro pela qualidade no início dos anos noventa, pelo então Ministério de Indústria e Comércio, Secretaria de Tecnologia Industrial, então secretário Israel Vargas. Grupo na UFMG/Fundação Cristiano Ottoni, liderado pelo Professor Vicente Falconi Campos, foi buscar conhecimentos no Japão, e logo lançou o livro Qualidade Total. Outros foram igualmente desenvolvidos no Brasil. Assim, o professor Gargioni acompanhou o movimento quando atuava no CNPq e, ao retornar para Florianópolis, propôs a criação da disciplina como optativa e o Departamento de Engenharia Mecânica concordou. Então ela foi desenhada na modalidade parecida como se desenvolveu os trabalhos em todo o período, isto é, com forte contato com a indústria e envolvimento de alunos na solução de problemas. Desde logo, houve atenção da indústria para a capacitação dos alunos, a qual oferecia estágios e emprego aos mesmos, como a então EMBRACO, hoje NIDEC, em razão da implantação de ferramentas e sistemas de gestão da qualidade em toda a organização.

2. JUSTIFICATIVA

2.1 O que ela tem de especial:

O sucesso da disciplina pode ser explicado, conforme o professor Sérgio, devido a:

1. Abordar temas abrangendo qualquer processo produtivo ou operação empresarial, de qualquer organização (grande ou pequena, pública ou privada) ou mesmo atividade do cotidiano de qualquer indivíduo. Ou seja, os conhecimentos adquiridos são muito versáteis.
2. O sistema da qualidade envolver todas as pessoas participantes do processo desde o operador/fazedor até alta direção, fornecedores, clientes e usuários durante toda o ciclo de vida do produto ou serviço. Assim, é uma área integradora entre todos os stakeholders envolvidos no processo.
3. Abranger amplo conhecimento inter e multidisciplinar, da psicologia às mais sofisticadas técnicas estatísticas, passando pela física, química, engenharia de qualquer natureza, design, administração, finanças ou qualquer área ou conhecimento que se queira abordar. Esse conhecimento pode ser de natureza científica ou mesmo tácita. Em outras palavras, quem está envolvido com a área de controle da qualidade vai contra a tendência atual de superespecialização do trabalho.
4. As metodologias e ferramentas utilizadas, via-de-regra, são simples e práticas, de fácil entendimento e aplicação por parte de qualquer indivíduo com o mínimo de letramento. Ademais, as metodologias evoluem de forma incremental e a inovação não exclui ao que já é praticado. Desse modo, novos conhecimentos e práticas são acumulativas e não excludentes.
5. A tecnologia dos sistemas de gestão da qualidade é universal, idêntica em qualquer país ou cultura, variação somente da ponderação da percepção de cada indivíduo ou parte interessada.
6. A matéria ter parte prática, com visita a empresas industriais de diferentes ramos de atuação. Via de regra, inicia-se com palestra do gerente responsável pela gestão da qualidade, mostrando o sistema conceitual e operacional até a passagem pelo processo produtivo, destacando os pontos principais e concluindo com sessão para esclarecimento de dúvidas e comentários em geral. No semestre 2022.2, cinco visitas de quatro horas cada foram concretizadas, cuja descrição é aqui mostrada de forma muito resumida, acompanhada de um relatório de visita em anexo.

6.1. OLSEN EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS, Palhoça (SC).

Líder nacional na produção de cadeiras e todos os equipamentos complementares há 30 anos, também atende mercado internacional. Seu processo produtivo é bastante verticalizado com várias ilhas de produção de componentes, da estrutura da cadeira ao estofamento, passando pela injeção de elementos plásticos, atuadores e sistemas de controle. Cada estação tem seus indicadores de qualidade controlados e ao final é feito teste 100% de todos os equipamentos nas suas funções principais. No anexo 1 é possível ver a visão de um dos estudantes sobre a visita.

6.2 C-PACK CRIATIVE PACKAGING, São José (SC).

Líder nacional e exportador de bisnagas de plástico para a indústria de cosméticos. A empresa possui uma linha de produção de alto desempenho de origem suíça-germânica, a mais moderna do mercado, propiciando um elevado grau de automação nos processos de injeção e rotulagem. Seu mercado atuante é muito exigente do ponto de vista da qualidade, exige controles precisos e de alta performance. Vale destacar que o aprendizado não fica limitado aos controles de produtos e processos em si, mas sobre toda a política, a estratégia e a ação de responsabilidade ambiental e social que incluem aproveitamento da água da chuva, reciclagem, projeto de apoio à conservação de área preservada do Cambirela e política de recursos humanos, por exemplo. No anexo 2 é possível ver o relatório de um dos estudantes sobre a visita.

6.3. ESSENTIA NUTRITION, São José (SC)

Indústria produtora de compósitos diversos para alimentação complementar com função de melhorar a saúde física. O processo é basicamente de mistura de muitos componentes de origem nacional e internacional e embalagem. O sistema de gestão da qualidade foca a conformidade

com os padrões e logística. Segue em anexo 3 o relatório de um dos estudantes sobre a visita à fábrica.

6.4. INTELBRAS, São José (SC)

Líder na produção de equipamentos de telecomunicações e segurança predial com três unidades industriais no Brasil atende mercado nacional e internacional. Linha verticalizada, contempla processos de conformação de material plástico à confecção de placas eletrônicas e software. Emprega mais de 2 mil colaboradores e faturamento que ultrapassa um bilhão de reais. O sistema da qualidade contempla especialmente controle de processos. No anexo 4 é possível ver a visão de um estudante sobre a visita.

6.5. CERÂMICA PORTOBELLO, Tijucas (SC)

Maior complexo industrial do setor segmento cerâmica de revestimento, mundialmente, produz placas de tamanho 30x30 centímetros a 180x250 centímetros em 10 linhas contínuas constituídas por equipamentos de tecnologia italiana, basicamente. Partindo de matéria prima natural (argila, fundentes e outros elementos) o processo contempla moagem em via úmida, atomização, prensagem, esmaltação e queima, o processo entrega milhares de produtos distintos se transformam em peças com componente artístico destacável com grande ingrediente de conhecimento empírico. Aqui, também, o controle de processos é o grande desafio. A empresa atende mercado mundial. No anexo 5, fica explícita a visão de um dos estudantes sobre o processo de qualidade da Portobello.

7. Trabalho em equipe é desenvolvido por grupos de alunos utilizando a clássica metodologia dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) que consiste em escolher um problema relacionado à atividade regular do dia a dia dos estudantes, após exercício de brainstorming aplicando a avaliação GUTV (gravidade, urgência, tendência e viabilidade). Dados e informações sobre o problema são levantados pelos componentes dos grupos e, com base neles, uma solução é apresentada em relatório e defendida publicamente junto aos alunos da disciplina. Muitas vezes essa solução é apresentada para os gestores encarregados, que podem adotar como solução real implementada na prática da universidade. Um relatório exemplo é apresentado no anexo 6 como demonstração.

3. METODOLOGIA

A pedagogia utilizada na disciplina é incorpora os próprios princípios da matéria que, resumidamente, pode ser assim explicitada:

1. Qualidade em primeiro lugar.
 2. Todos são responsáveis pela qualidade.
 3. Objetivo é zero erro ou zero defeito ou zero desperdício de tempo e recursos.
 4. Melhoria contínua
 5. Relação fornecedor-cliente, este dominante.
- 3.1 Qualidade e didática na prática:
1. Reprovação zero como meta.
 2. Nota máxima como objetivo.
 3. Regras de avaliação definidas: cumprimento de tarefas, sem provas formais.
 4. Alunos protagonistas na busca de conhecimento.
 5. Professor facilitador do aprendizado e acesso facilitado e permanente.
 6. Trabalho em equipe com objetivo prático e exercício da liderança.
 7. Visão do mundo real com visitas a organizações diversas e participação média e alta gerência das empresas e observação chão-de-fábrica.
 8. Amplo material acumulado e disponível no Moodle para acesso on-line.
 9. Abordagem direta na identificação de problemas no mundo vivido e soluções.
 10. Entregas de tarefas e atividades semanais com indicadores de avaliação pelo professor, pelos líderes de grupos ou autoavaliação dos membros dos grupos.

3.2 Ementa da Disciplina:

EMC 6279 – Projetos de Sistemas da Qualidade

Plano de Ensino

3.2.1 Identificação

Carga horária: 72 horas.

Turma: 10203A

Nome do professor: Sergio Luiz Gargioni; sergio.gargioni@ufsc.br;

Período: semestre de 2022.2

Disciplina Optativa.

3.2.2 Cursos

203 Engenharia Mecânica

Observação: Como Disciplina Optativa é aberta para alunos de quaisquer outros cursos sendo Engenharia de Produção Mecânica com maior número de matrículas depois da Engenharia Mecânica. Todavia, alunos de outras Engenharias como Química e Alimentos, por exemplo, tem cursado a disciplina ou mesmo outros além das Engenharias.

3.2.2 Requisitos

Engenharia Mecânica (203): 1.500h

3.2.3 Ementa

Conceituação da Qualidade. Métodos e técnicas estatísticas básicas. Controle do produto acabado. Técnicas de controle de processos. Métodos Taguchi, QFD, FMEA, CEP, Seis Sigma e WCM, além de Normas ISO série 9000, 14000, 22000, 45000 dentre outras. Sistemas integrados de qualidade e Qualidade Total.

3.2.4 Objetivos

Geral:

Apresentar conceitos e aplicar ferramentas clássicas e inovadoras da Gestão da Qualidade, controle de produtos e processos, gestão da rotina, gestão estratégica, incorporação dos requisitos e desejos dos clientes, previsão de falhas, relação cliente-fornecedor, gestão de pessoas, garantia e implantação de um Sistema de Qualidade Total (TQC) e

Específicos:

3.3.5.1 Conhecer os principais conceitos gerais e ferramentas de Gestão da Qualidade.

3.3.5.2 Praticar a metodologia CCQ (Círculos de Controle da Qualidade) e desenvolver processo de aplicação de metodologias específicas.

3.3.5.3 Conhecer sistemas de Gestão da Qualidade praticado em empresas.

3.3.5.4 Desenvolver o Senso Crítico da Qualidade.

3.2.5 Conteúdo Programático

3.2.5.1 Conceito de Produtividade [1 hora-aula].

3.2.5.2 Controle da Qualidade Total (TQC) [1 hora-aula]

3.2.5.3 Conceito de Controle de Processo [1 hora-aula]

3.2.5.4 Método de Controle de Processo [1,5 hora-aula]

3.2.5.5 Prática do Controle da Qualidade [1,5 hora-aula]

3.2.5.6 Gerenciamento pelas Diretrizes [1,5 hora-aula]

3.2.5.7 Garantia da Qualidade [1,5 hora-aula]

3.2.5.8 Qualidade na Interface Compras/Vendas [1 hora-aula]

3.2.5.9 Gerenciamento de Recursos Humanos [2 horas-aula]

3.2.5.10 Implantação do TQC [1 hora-aula]

3.2.5.11 Metodologia 5S e 3R [2,5 hora-aula]

3.2.5.12 Controle Estatístico de Produto Final e Processos [2,5 hora-aula]

3.2.5.13 APPCC e Norma ISO 26000 [2,5 hora-aula]

3.2.5.14 4. Normas ISO 9000, 14000 e 25000 [2,5 hora-aula]

3.2.5.15 Metodologia FMEA [2,5 hora-aula]

- 3.2.5.16 Custos da Qualidade [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.17 Metodologia Seis Sigmas [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.18 Kaizen e Lean [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.19 PNQ (Prêmio Nacional da Qualidade) [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.20 Sistema WCM (World Class Manufacturing) [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.21 Qualidade e a Governança Corporativa [2,5 hora-aula]
- 3.2.5.22 Metodologia e Prática do CCQ (Círculo de controle da Qualidade) [7,5 horas aula]
- 3.2.5.23 Estudos de Caso de Empresas [16 horas-aula]

3.2.6 Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina (3.2.6.1 a 3.2.6.10) são abordados ao longo do semestre com ferramentas síncronas como, em aulas expositivas, assim como com ferramentas assíncronas, através de leitura e discussão de textos pertinentes.

As aplicações de metodologias/ferramentas específicas (3.2.6.11 a 3.2.6.21) são desenvolvidas por alunos no formato de seminários sendo a elaboração na forma assíncrona tendo como fonte principal o conteúdo constante no item Biblioteca no Moodle e suporte direto do professor a todas as equipes e a apresentação final se dará de forma síncrona.

Aplicação do CCQ se dá mediante trabalho de equipes formada por 5 a 7 alunos, cada uma com tema distinto de forma assíncrona e apresentação final de forma síncrona.

As atividades assíncronas são disponibilizadas através do Moodle, com o suporte de material de apoio em meio digital e contato direto com o professor por WhatsApp em qualquer momento.

Horário regular de aula pode ser disponibilizado para atividades assíncronas como também horários especiais de comum acordo com cada equipe de trabalho.

As aulas presenciais ocorrem no horário oficial da disciplina sempre às sextas feiras, das 08:20 às 11:50. Na medida da possibilidade podem ser gravadas e disponibilizadas no Moodle.

O link para as aulas síncronas, se houver necessidade é fornecido por *e-mail*, Moodle e WhatsApp.

O atendimento individual para esclarecimento de dúvidas pode ser feito durante as aulas presenciais ou a qualquer momento por telefone em áudio ou WhatsApp e e-mail

Haverá um monitor para a disciplina para acompanhamento e apoio.

3.2.7 Avaliação.

Ocorrerá através de 4 (quatro) componentes de igual peso:

3.2.7.1 Cerca de dez testes individuais com questões definidas após cada encontro e postados no Moodle no prazo de 72 horas, . A nota desse componente será a média de (n-2), isto é, de 8 testes com melhor nota.

3.2.7.2 Nota do seminário desenvolvido e apresentado por equipe, compondo 50% sobre o trabalho escrito entregue no Moodle e 50% a apresentação oral de 30 minutos.

3.2.7.3 Nota da atividade CCQ (6.21) em equipe, com apresentação de documento final escrito no Moodle e apresentação oral.

3.2.7.4 Nota sobre relatório individual dos estudos de caso (6.22) sobre sistemas da qualidade de empresas.

Cada nota será apresentada em planilha no Moodle com título de PAINEL DE CONTROLE, até sete dias após a entrega da tarefa. Contestação pode ser feita até três dias após a publicação de cada nota. Sempre que identificado impedimento de um aluno de cumprir com alguma tarefa em decorrente de impedimento técnico, devidamente evidenciado, será dada oportunidade de recuperação.

A frequência será medida diretamente pelo professor com base na presença nas aulas presenciais e participação efetiva nas atividades assíncronas, por instrumentos ajustados para cada situação.

- Testes sobre tema da aula e/ou seminário anterior

- Seminários desenvolvidos em dupla de forma assíncrona e apresentação síncrona.
- Encontros de CCQ síncronos, cada equipe em um horário, além de outros encontros assíncronos conforme a necessidade em horário definido pelas próprias equipes.
- Apresentação Casos Empresas com participação externa.

4 Cronograma

SEMANA	DATA	PROGRAMAÇÃO
1	26/ago.	Apresentação alunos, monitora e professor Metodologia da disciplina e Moodle: FOCO NA PRÁTICA. Conceitos gerais da qualidade Capítulos 1 e 2 do Falconi-Produtividade e Controle da Qualidade
2	02/set.	Capítulos 3 e 4- Controle de Processos Metodologia CCQ e definição dos 5 grupos de 6 alunos Primeira reunião CCQ escolha Líder, Vice e Secretaria
3	09/set.	Capítulos 5 e 6 – Prática do Controle e diretrizes Apresentação lista dos 15 seminários e distribuição das duplas Segunda reunião grupos CCQ (brainstorming lista problemas)
4	16/set.	Visita Empresa OLSEN Equipamentos Odontológicos na Palhoça
5	23/set.	Capítulo 8 – Relacionamento Cliente-Fornecedor Apresentação 3 primeiros seminários, 30 min cada 1. Inspeção final de produtos por amostragem e 100% 2. Controle Estatístico de Processos (CEP) 3. FMEA (Análise do Modo de Falha) e Gestão de Risco Terceira reunião CCQ – escolha do problema a ser tratado pela Matriz GUTV (Gravidade, Urgência, Tendência e Viabilidade)
6	30/set.	Apresentação mais 3 seminários 4. APPCC (Análise do Processo e Pontos Críticos de Controle) e ISO 22000 na produção de alimentos: caso RU 5. ISO Série 9000 e processo de certificação 9001 com estudo de caso a escolher. 6. Qualidade Ambiental: Metodologia 3R e ISO série 1800 e certificação 18001 com caso real prático. Quarta reunião CCQ – Procedimento para solução do problema escolhido.
7	07/out.	Apresentação de seminários

SEMANA	DATA	PROGRAMAÇÃO
		7. Custos relacionados à Gestão Qualidade e a não qualidade 8. Lean e Seis Sigma (Sistema Toyota) Apresentação parcial dos 5 grupos CCQ – 15 min cada
8	14/out.	Capítulo 9 – Recursos Humanos Seminários: 9. Metodologia 5S, Kaizen e similares 10. SST (Saúde e Segurança no Trabalho) e certificação ISO 45000 11. Código de Defesa do Consumidor
9	21/out.	Visita Empresa ESSENTIA NUTRITION na Palhoça
10	28/out.	FERIADO
11	04/nov.	Capítulos 7 a 10 – Garantia e Implantação TQC Quinta reunião CCQ.
12	11/nov.	Visita Empresa PORTOBELLO em Tijucas
13	18/nov.	Apresentação Seminários: 12. ESG (Ambiental, Social e Governança) na Qualidade 13. Caso empresa/organização X (a definir) 14. Caso Empresa/organização Y (a definir) 15. Caso Empresa/organização Z (a definir)
14	25/nov.	Visita Empresa INTELBRAS em São José
15	02/dez.	Vídeo WCM caso NIDEC
16	09/dez.	Sexta reunião CCQ longa duração para conclusão
17	16/dez.	Apresentação dos 5 grupos CCQ (20 a 30 min cada)
18	23/dez.	FECHAMENTO

3.2.9 Bibliografia Básica

No Moodle há um item identificado como Bibliografia. Ali estão postados todos os trabalhos elaborados e apresentados nas edições anteriores da disciplina, isto é, uma centena de tópicos. Adicionalmente, encontra-se ali alguns artigos relacionados.

Igualmente no Moodle, encontram-se as transparências (ppt) de todo o conteúdo teórico seguindo o roteiro do livro de referência Controle da Qualidade Total – Modelo japonês de Vicente Falconi Campos. Cópia digital de partes desta referência estará disponível somente no

Moodle sob argumento que está limitado aos alunos, portanto uso privado. Aguarda-se autorização do autor e editora para publicar todo o texto nesse espaço Moodle.

3.2.10 Bibliografia Complementar

Falconi Campos, V.; TQC – Controle da Qualidade Total, FCO, qualquer edição.
 Paladini, E. P. E Carvalho, M. C.; Gestão da Qualidade: Teoria e Casos, Editora Campus, 2006. Moura, L. R. ; Qualidade Simplesmente Total, Qualimark, 1997.
 Ishikawa, Kaoru; Controle de qualidade Total, Editora Campus, 1991.
 Bergamo Filho, V.; Gerência Econômica da Qualidade, McGraw, 1992.
 Lobo, J. Qualidade Através das Pessoas, Editora Hamburg, 1991.
 Falconi Campos, V.; Gerência da Rotina, FCO, 1994

Ademais, o conteúdo da disciplina pode ser encontrado com bastante facilidade em sites de diversas naturezas tanto no Brasil quanto no exterior.

Os estudos de caso de empresas terão participação de visitas técnicas das empresas escolhidas/convidadas apresentando o sistema de qualidade.

4. RESULTADOS

A fim de trazer os resultados esperados pela disciplina, exemplifico o processo com o resultado de um questionário aplicado aos alunos de 2022.2, mostrando qual a visão dos estudantes sobre a disciplina e sua importância.

4.1 Avaliação da disciplina pelos alunos:

Com base nas respostas dos alunos, presente no anexo 6, foram feitas algumas observações. No que tange à metodologia, os alunos comentam que o formato foi eficiente, com uma dinâmica que não deixava a aula maçante. Ao mesmo tempo havia um incentivo contínuo para os alunos continuarem o trabalho final (CCQ), tirando dúvidas com o professor, mas também trabalhando de forma autônoma.

Em relação ao conteúdo ministrado, foi um consenso geral a importância das metodologias apresentadas. Sua aplicabilidade e utilidade irá impactá-los como engenheiros, mas além de outras variadas aplicabilidades nas suas vidas, não só no âmbito profissional. A aula serviu para despertar o interesse de muitos na área da Qualidade Total, dando condições para procurar mais conteúdo para que possam se aprofundar no tema. Além disso, é comentado como, pela primeira vez em disciplinas da graduação, vê uma integração de engenharia com uma abordagem mais humanizada.

Por fim, o maior diferencial relatado pelos alunos, que os fez gostar e recomendar a disciplina, foram as visitas técnicas. Segundo muitos, elas possibilitaram a internalização dos aprendizados tanto sobre qualidade quanto sobre áreas estudadas em outras matérias da engenharia.

5. CONCLUSÃO

Hoje constata-se que o modelo pedagógico adotado está de acordo com os preceitos determinados pelas DCNs e tudo mais que vem sendo analisado e proposto no trabalho de tese. Isto é, hands-on atuando na solução de problemas práticos reais via CCQ, sala de aula invertida com alunos buscando conhecimento, trabalho em equipe, uso de ferramentas estatísticas e computacionais, estreito envolvimento das empresas com visitas ao chão de fábrica além do envolvimento de dirigentes abordando os aspectos estratégicos além da aplicação de ferramentas operacionais. Vale ressaltar, que sempre houve grande procura pelos alunos não só da Engenharia Mecânica, mas de Engenharia de Produção e outras engenharias e, até mesmo, da psicologia e área diversas, atraídos pelo programa e visão sistêmica multi e interdisciplinar. Conclui-se que a disciplina vem cumprindo com seu propósito desenhado lá na sua criação e ajustado ao longo do tempo, mantendo-se moderna, atrativa e útil para a formação do engenheiro não importando qual atividade ele venha a exercer na sua vida profissional.

ANEXOS

Anexo 1 – Relatório visita Olsen

Autor: aluno da matéria de PSQ em 2022.2

RELATÓRIO OLSEN

Descrição da empresa:

A Olsen é uma empresa com fábrica de médio porte que se localiza em Palhoça- SC. O foco dessa indústria é a produção de equipamentos médicos, em especial cadeiras odontológicas e para outras especialidades. A produção é, quase na sua totalidade, feita *in-house*, isto é, há grande verticalização da produção de modo a diminuir os *lead times* e reduzir a incerteza na *supply-chain*.

A empresa foi fundada por Cesar Augusto Olsen em 1978 como uma forma de colocar em prática o desejo por inovação e a vontade de construir ideias que envolvessem a engenharia.

Atualmente, a Olsen conta com um sistema de filiais distribuídas em diferentes estados (RS, SC, PR, SP e BA) além de atuação no mercado estadunidense. Tal mercado é atendido com uma linha de produção capaz de entregar 1 produto acabado personalizado dentro de um *lead time* de 60 dias.

As instalações da Olsen em Palhoça podem ser divididas nos setores administrativos e de manufatura. Para o lado administrativo, na entrada da empresa se encontra um showroom com todos os modelos de cadeiras odontológicas – além de outras especializações – onde é possível compreender a grande variedade de equipamentos e o alto grau de especialização que a empresa pretende atender. No andar superior, encontra-se os escritórios de engenharia, comercial e P&D, além de um auditório para reuniões e apresentações. Já para a área fabril, tem-se uma variedade grande de máquinas e processos, em razão da alta verticalização da Olsen. Além disso, a área de manufatura conta com subdivisões como marcenaria, estofaria, estufa de pintura, além de área de soldagem e usinagem. Por fim, vale destacar a área de testes para controle de qualidade e o estoque – tanto de matérias primas quanto de produtos acabados.

Sistema de Gestão de Qualidade:

Na Olsen, pode-se encontrar diferentes frameworks de gestão da qualidade, sendo que a principal preocupação é equiparar o nível de complexidade da ferramenta com a maturidade do time que realizará a aplicação. Isto é, a determinação da ferramenta ou metodologia correta depende do grau de entendimento do time, tanto do ponto de vista técnico da aplicação quanto da compreensão prática dos conceitos da metodologia. Na sequência, apresentar-se-á a visão geral sobre o sistema de Gestão da Qualidade a partir de três destaques observados ao longo da visita: fornecedores, ao longo da linha de produção e para o produto finalizado.

Fornecedores:

Tal como apresentado no início, o sistema de gestão da qualidade na Olsen se inicia no relacionamento com os fornecedores. Nesse sentido, a abordagem central consiste em minimizar o número de não conformidades que entram no estoque ou na linha de produção. Para isso, é aplicado um checklist com os requisitos da Olsen, tanto no sentido de qualidade quanto prazos, especificações e outras informações.

Portanto, toda matéria-prima ou produto que é entregue à empresa, passa por uma verificação de qualidade, assegurando-se que o checklist foi realizado no fornecedor e é aprovado para entrada no estoque.

Outra estratégia para se assegurar a qualidade das peças base dos produtos acabados é a verticalização da produção. Aqui, a estratégia é integrar à linha de produção setores com alto grau de especialização de modo a produzir uma grande variedade de peças com funções específicas no produto acabado. Isso promove não só uma maior confiabilidade nos prazos, pois

tudo é produzido internamente, como também pode-se assegurar que a manufatura de tais peças segue o padrão de qualidade estipulado pela Olsen.

Gestão de qualidade ao longo da linha:

A gestão de qualidade ao longo dos setores da linha de produção é feita através de ilhas de verificação. Nesse modelo, são definidos checkpoints estratégicos onde uma verificação geral da qualidade é realizada. Assim, após etapas onde se agrega valor e complexidade ao produto, realiza-se uma verificação se todos os pontos atendem aos graus de qualidade esperados. Em casos de não conformidade, o problema é identificado, reforçado aos colaboradores responsáveis pelo setor e corrigido antes que ele se propague na linha.

Para manter as informações atualizadas e monitorar o funcionamento geral da linha, utiliza-se dashboards interativos onde os principais KPIs da linha de produção são informados. Em tal sistema, posiciona-se TVs e Tablets em pontos estratégicos da linha, em que se pode mostrar a todos, em tempo real, quando uma não qualidade é encontrada e qual o respectivo grau de relevância. Através do acompanhamento desses indicadores, identifica-se quando algum processo está gerando elevados níveis de retrabalho, para que se possa focar na resolução do problema.

Nesse sentido de resolução de problemas, emprega-se a matriz A3 para análise sequencial da questão. Tal ferramenta consiste em uma sequência de perguntas ordenadas que leva à identificação da causa raiz a partir dos dados levantados para uma proposta de ação para correção do problema – em conjunto com estratégias e padrões para revisão. Todo o processo segue os moldes do PDCA, pois aborda questões de análise e planejamento de novas ações ao mesmo tempo que prevê a reutilização da ferramenta até que os resultados estejam dentro dos padrões esperados.

Inspeção do produto acabado:

As linhas de produto da Olsen consistem em equipamentos complexos, com alto grau de especialização e que possuem durabilidade como um dos requisitos centrais de projeto. Por isso, ao final da linha de produção verifica-se uma inspeção funcional de 100% dos produtos.

Isto é, todas as cadeiras acabadas passam por uma rotina de testes e verificações elétricas, mecânicas, hidráulicas e pneumáticas. Na prática, verifica-se se não há condução de corrente elétrica à terra, perda de pressão nas linhas de acionamento da cadeira ou vazamentos de água. Para os modelos mais completos, questões extras como massagem ou outros diferenciais são testados na prática. Por fim, realiza-se uma inspeção visual de todos os elementos da cadeira, da parte técnica ao estético para assegurar que tudo está alinhado conforme os padrões de qualidade da Olsen.

Problemas relatados:

Ao final da visita, a engenheira responsável pelo sistema de qualidade da Olsen apresentou um case sobre o controle de qualidade na empresa. Tal caso estava relacionado à etapa de pintura dos elementos das cadeiras.

Nesse caso, em dado momento do ano, percebeu-se que uma taxa muito elevada de peças (aproximadamente 25% da produção diária) estava apresentando defeitos na qualidade da pintura, como o crateramento. Esse desvio de qualidade foi identificado nos KPIs mostrados pelos dashboards e logo se iniciou uma análise A3 da situação. Como suporte ao A3, empregou-se um diagrama de Ishikawa para determinação da causa raiz do problema, antes que se pudesse seguir para as etapas de implementação, verificação e revisão.

Após as análises, chegou-se à conclusão de que o agente responsável pela baixa qualidade na pintura era um lubrificante aplicado na linha de usinagem da fábrica. Tal agente implicava uma contaminação do ar que ocasionava as crateras na pintura. A solução foi eliminar o lubrificante em questão da linha de produção, além de se implementar uma tentativa de isolamento das cabines e estufas de pinturas.

O resultado foi a redução expressiva no número de peças fora dos padrões de qualidade, assegurando-se, portanto, a eficiência e entrega de resultados.

Aprendizado obtido:

Ao longo da visita da Olsen, teve-se a oportunidade de observar na prática os conceitos de qualidade. Nesse sentido, os principais aprendizados foram em relação ao processo de evolução da metodologia de qualidade bem como da importância da cultura corporativa na manutenção dos níveis de qualidade.

Para o primeiro ponto, ficou evidente que o sistema de qualidade deve evoluir conforme o domínio e o conhecimento dos times envolvidos aumenta. Isto é, um sistema de qualidade com ferramentas, frameworks e dashboards perfeitos e avançados são inúteis se o time não compreende a importância dos processos e da qualidade. Apenas quando todos envolvidos estão alinhados com esses fundamentos, pode-se dizer que o sistema de qualidade implementado é adequado e pode evoluir para níveis melhores. Além disso, foi interessante observar a aplicação da melhoria contínua (lean) nesse contexto. Isso porque, quando o sistema estava bem embasado e performava bem, novas soluções eram estudadas para que pudessem ser aplicadas. Já para a questão cultural, aprendeu-se que um dos principais motivadores para evolução da cultura de qualidade são os colaboradores da empresa. Isso se dá pela maior facilidade de alinhamento e estabelecimento de uma cadeia de responsabilidade quando o indivíduo compreende a importância das suas ações para o resultado da qualidade. Essa cultura de confiança motiva mudanças e o estabelecimento de padrões cada vez mais rigorosos, mas que se mantém coerentes em relação às necessidades da empresa e do mercado.

Sugestões e recomendações:

Como *feedback*, pode-se avaliar a visita à Olsen como uma adição muito produtiva à disciplina. Isso pois, como comentado anteriormente, foi possível observar na prática tanto a aplicação de sistemas de qualidade quanto os desafios técnicos e humanos dessa aplicação.

Como sugestões para as próximas visitas, pode-se citar:

- Uma contextualização mais completa da linha de produtos assim que a turma chega no showroom (para compreender bem, desde o início, a linha de atuação da Olsen).
- A engenheira responsável pelos sistemas de qualidade poderia acompanhar a visita pela fábrica. Isso ajudaria a contextualizar os cases apresentados com as respectivas soluções na prática.

Anexo 2 – Relatório da visita à C-Pack

Autor: aluno da matéria de PSQ em 2022.2

RELATÓRIO C-PACK

Descrição da empresa:

A C-Pack (Creative Packaging) é uma empresa de médio-grande porte localizada na região de São José – especificamente em Sertão do Maruim. O foco da empresa é a produção de embalagens bisnagas para cosméticos. Alguns dos principais clientes correspondem a grandes empresas como Natura e O Boticário. A empresa foi fundada em 2002 pelo empresário Gonzaga, o qual possuía ligações com investidores suíços e um background em administração de hospitais no país europeu.

As instalações de 2002 atuaram apenas como um setor temporário para preparar as estruturas para as primeiras máquinas – que chegaram no ano seguinte. Nos anos seguintes, a linha de produtos foi se aperfeiçoando e se expandindo, até que no ano de 2008 uma nova planta fabril foi inaugurada. Agora, com maior capacidade produtiva, a empresa pode seguir sua missão e entregar cada vez mais produtos.

Atualmente, a C-Pack é líder na América Latina em relação aos produtos cosméticos embalados com bisnagas. A matriz da empresa, como apresentado, está na cidade de São José, porém conta com uma filial comercial em São Paulo e planos para expansão para Portugal nos próximos

anos. As instalações da C-Pack em São José podem ser divididas nos setores administrativos e de manufatura.

Para o lado administrativo, tem-se os setores de Gestão com escritório no segundo andar com uma clara vista da linha de produção. Já para parte de manufatura, tem-se 3 setores principais na fábrica. O primeiro deles é a linha de extrusão, que conta com 4 linhas de produção contínua por extrusão das embalagens plásticas – vale destacar que cada linha possui máquinas para todas as etapas de produção, da extrusão, pintura e até empacotamento.

O setor seguinte é a linha de injeção, onde injetores produzem tampas e outros “acessórios” das bisnagas produzidas ao lado. Por fim, tem-se o setor de estoque e expedição, onde o estoque é armazenado e os produtos acabados aguardam a liberação das ordens de expedição. Um destaque para linha de produção é o aspecto visual, isto é, todos os setores são extremamente organizados, limpos e bem estruturados. Isso ocorre tanto como um diferencial competitivo em relação a outros fabricantes de embalagens quanto como uma exigência de padrões elevados de sanitização típicos da indústria de cosméticos.

Sistema de Gestão de Qualidade:

Na Olsen, pode-se encontrar diferentes frameworks de gestão da qualidade, sendo que a principal preocupação é atender os elevados níveis de exigência da indústria de cosméticos. Nesse sentido, observou-se na visita que existe a preocupação em seguir as boas práticas de normas como ISO 9000, e outras, mas não necessariamente em renovar os processos de recertificação – já que não é uma exigência dos clientes. Entre os principais aspectos abordados e exemplificados durante a visita, tem-se as seguintes frentes.

Gestão de qualidade ao longo da linha:

A gestão da qualidade é feita de forma online, isto é diretamente na linha de produção e em tempo real. Nesse sentido, faz-se uma verificação em 100% dos produtos (tubos) que passam pela linha. A inspeção é feita de forma automática com auxílio de câmeras e sistemas de medição a laser. Todos os produtos identificados com dimensões fora das tolerâncias são descartados. Isso garante que apenas produtos acabados com alta qualidade cheguem aos clientes, mas garantindo-se uma recompensa financeira pela destinação do descarte à reciclagem.

Para manter as informações atualizadas e monitorar o funcionamento geral da linha, utiliza-se dashboards interativos onde os principais KPIs da linha de produção são informados. Em tal sistema, posiciona-se TVs e Tablets em pontos estratégicos da linha, em que se pode mostrar a todos, em tempo real, quando uma não qualidade é encontrada e qual o respectivo grau de relevância. Para resolução de problemas, a C-Pack conta com um time dedicado à qualidade, que é responsável por aplicar metodologias de análise e resolução como o ciclo DMAIC. Além disso, há uma forte cultura de acompanhamento de dados e estatísticas tanto da produção quanto dos níveis de qualidade. Um destaque para esse ponto é o acompanhamento, categorizado por cliente, do número de reclamações e identificação de não qualidade.

Todo os processos de melhoria seguem os moldes do PDCA, pois aborda questões de análise e planejamento de novas ações ao mesmo tempo que prevê a reutilização da ferramenta até que os resultados estejam dentro dos padrões esperados. Também tem-se uma visão que nenhum plano é perfeito, logo mais vale executar os ciclos PDCA como aprendizado do que gastar tempo em excesso no planejamento – em especial devido à rapidez da mudança de requisitos de usuários.

Problemas relatados:

Durante a apresentação inicial da empresa e do sistema de qualidade, o engenheiro chefe do setor exemplificou algumas das fontes de problemas com qualidade e não atendimento de exigências dos clientes. Para aquele ponto, destacou-se que a busca pela qualidade não é um processo muito natural entre os colaboradores da linha. Assim, é necessário realizar rodadas de

sensibilização e dinâmicas que mostrem na prática e importância desse aspecto. Um exemplo é a “competição entre linhas”.

Nesse caso, cada linha de extrusão é vista como uma unidade (unindo os 3 turnos de trabalho) a fins de competição, assim, no fim do mês, a linha que apresentar maior produtividade e menores índices de não qualidade é declarada a vencedora. Embora pareça uma prática caótica para incentivar a produtividade, tal união incentiva a comunicação de colaboradores de turnos diferentes, aumentando o alinhamento e melhorando a comunicação com foco em melhoria contínua.

Já para a questão de exigência dos clientes, destacou-se a constante e rápida mudança de requisitos por parte das empresas-clientes. Isso ocorre pois a C-Pack precisa seguir normas exigentes de qualidade além de manter um alinhamento com os desejos do cliente final (usuário do cosmético). Como o mercado é dinâmico, passa por várias mudanças e tem influência de *feedback*s constantes dos usuários, são elevadas as taxas de reclamação de alguns produtos. Assim, torna-se necessário a rápida adaptação das linhas e alinhamento constante com as empresas para as quais a C-Pack fornece as embalagens.

Aprendizado obtido:

Ao longo da visita da C-Pack, teve-se a oportunidade de observar na prática os conceitos de qualidade. Nesse sentido, os principais aprendizados foram em relação ao processo de evolução da metodologia de qualidade bem como da importância da cultura corporativa na manutenção dos níveis de qualidade.

Para o primeiro ponto, ficou evidente que o sistema de qualidade deve evoluir conforme o domínio e o conhecimento dos times envolvidos aumenta. Isto é, um sistema de qualidade com ferramentas, frameworks e dashboards perfeitos e avançados são inúteis se o time não compreende a importância dos processos e da qualidade. Apenas quando todos envolvidos estão alinhados com esses fundamentos, pode-se dizer que o sistema de qualidade implementado é adequado e pode evoluir para níveis melhores. Além disso, foi interessante observar que o emprego de tais filosofias de melhoria contínua implicam vantagens competitivas como melhora dos índices de produtividade, alinhamento entre colaboradores e preferência por parte de empresas-clientes.

Já para a questão cultural, aprendeu-se que um dos principais motivadores para evolução da cultura de qualidade são os colaboradores da empresa. Isso se dá pela maior facilidade de alinhamento e estabelecimento de uma cadeia de responsabilidade quando o indivíduo compreende a importância das suas ações para o resultado da qualidade. Essa cultura de confiança motiva mudanças e o estabelecimento de padrões cada vez mais rigorosos, mas que se mantém coerentes em relação às necessidades da empresa e do mercado.

Anexo 3 – Relatório visita Essential Nutrition

Autor: aluno da matéria de PSQ em 2022.2

Essential Nutrition

A Essential Nutrition é uma empresa de suplementos alimentares localizada no município de São José – SC. Criada em 2017, a companhia nasceu como marca irmã da Essentia Pharma, que produz medicamentos manipulados há 18 anos. Somam-se às duas empresas ainda a Essentia Technologies (softwares) e a Noorskin (cosméticos). As 4 empresas têm traços comuns e propósitos interligados, voltados ao bem-estar e à qualidade de vida.

A planta visitada no dia 28 de outubro de 2022 conta atualmente com cerca de 600 funcionários e é dirigida pela família dos fundadores, que, como os funcionários deixam transparecer, são bastantes presentes no dia a dia da firma, visitando desde a produção até o setor de atendimento ao consumidor. Os dados de faturamento da Essential Nutrition não foram revelados, mas a fábrica conta com 5 linhas de produção que trabalham de segunda a sexta das 6 da manhã às 2

da madrugada, em dois turnos de trabalho. A maioria dos itens fabricados ali são produtos em pó, como whey protein e suplementos multivitamínicos.

Em termos de qualidade, a Essential parece ter bons resultados. No setor de atendimento ao consumidor, a chefe da divisão destacou o selo RA1000, concedido pelo portal Reclame Aqui a empresas que possuem excelência no atendimento. São 5 requisitos necessários para obter o selo, segundo o próprio RA:

- possuir um número de avaliações igual ou superior a 50;
- possuir Índice de Resposta igual ou superior a 90%;
- possuir Índice de Solução igual ou superior a 90%;
- possuir Média das Avaliações (dadas pelo consumidor) igual ou superior a 7; e
- possuir Índice de Novos Negócios (Voltaria a fazer negócios?) igual ou superior a 70%.

Para não desapontar o cliente, que é quem de fato percebe a qualidade, a Essential tem uma política de resposta de 100% dos contatos em até 24h feita diretamente pelos atendentes do SAC. Isso implica que nenhum cliente deve ficar sem resposta, que esse retorno não pode demorar e que a conversa é pessoal, ou seja, não existem *bots* de atendimento. Quando a dúvida é simples, um atendente comum encaminha o assunto, e quando a questão é técnica, ela é direcionada para uma das farmacêuticas que trabalha no setor. No total, são cerca de 20 pessoas nessa divisão.

Segundo o que falaram a chefe do setor de SAC e também uma das engenheiras responsáveis pela produção, a maior reclamação procedente é referente a latas amassadas. Essa é uma ocorrência que tem fonte no transporte e quando é identificada, o cliente recebe uma lata nova sem custo adicional. Não conformidades do produto ou eventos similares são praticamente inexistentes segundo o que foi falado durante a visita.

Para garantir esse nível de qualidade na produção, a empresa conta com um setor de qualidade com 4 funcionárias, que são responsáveis por fazer ensaios técnicos de qualidade, elaborar relatórios de não conformidade e realizar o controle de documentos. O foco do trabalho, no entanto, parece ser mesmo nos ensaios. Todos os lotes passam por 3 ou 4 testes específicos, que identificam, por exemplo, a presença de salmonela (que nunca foi encontrada) e outros agentes patogênicos, a massa de produto que foi envazada por lata e a composição química do pó. De acordo com o próprio setor de qualidade, o teste de composição química é o mais avançado que se tem no setor e o procedimento foi desenvolvido conjuntamente entre o desenvolvedor da máquina e a Essential, para possibilitar a aferição de diferentes produtos em um curto espaço de tempo.

Apesar de não haver grandes esforços aparentes para estabelecer na firma uma gestão da qualidade propriamente dita, as farmacologistas disseram ter conhecimento sobre os conceitos de PDCA e CCQ, por exemplo, e que eles acabam sendo aplicados na rotina de trabalho de forma natural. Além disso, foi comentado que a implementação do sistema APPCC está em andamento e que a equipe tem como “sonho” a aplicação da ISO 22000. Nesse sentido, um dos pontos que me chamou mais atenção foi o selo Kosher em alguns produtos do catálogo. Essa certificação tem por objetivo atender à comunidade judaica e tem várias regras bastante restritas, não somente em relação à produção da fábrica, mas também de toda a cadeia de fornecimento. Para atender a essas regras, foi comentado, por exemplo, que é necessário fazer uma investigação minuciosa sobre os métodos de cada fornecedor, o que acaba por reduzir as possibilidades de negociação, mas em contrapartida proporciona um nível de qualidade muito elevado à produção dos itens com o selo Kosher.

Outro aspecto de destaque no modelo operacional da Essential Nutrition é o lead time longo de boa parte da matéria prima para os suprimentos. Existem casos em que o pedido do componente demora até 8 meses para chegar, e isso representa um desafio logístico grande. A qualidade nesse âmbito é vista no bom planejamento que é feito pelo setor de PCP para evitar atrasos e comprometimento do fluxo de caixa, que poderia surgir pela seguinte condição: se um

determinado item do catálogo tem 10 ingredientes, sendo que 9 deles possuem lead time de 1 mês, mas o 10º de 6 meses, caso a compra de todos os ingredientes for disparada ao mesmo tempo, o custo dos 9 ingredientes será um dinheiro “morto” por 5 meses. De acordo com as explicações, a adoção de um software personalizado para controle da produção melhorou muito essa dinâmica nos últimos meses.

Para mim a visita à Essential Nutrition teve um papel interessante de mostrar como os conceitos de gestão da qualidade são universais, no sentido de que podem se aplicar aos mais diversos setores industriais. Quando eu penso em lean manufacturing, por exemplo, normalmente a imagem que me vem à mente é redução no refugo de chapas cortadas a laser numa empresa que tem um setor de metal mecânica. No caso dessa visita, o lean estava presente na pressão positiva das salas onde os ingredientes eram misturados, que visava diminuir a perda de produto por contaminação com poeira. Essa visão ajuda a perceber como é importante para o engenheiro mecânico aprimorar suas noções de qualidade, porque esse conhecimento com certeza lhe será útil no mercado de trabalho.

Anexo 4 – Relatório visita à Intelbras

Autor: aluno da matéria de PSQ em 2022.2

RELATÓRIO INTELBRAS

Descrição da empresa:

A Intelbras é uma empresa de grande porte que se localiza na região de São José – próximo à C-Pack. Atualmente, a empresa conta com diferentes focos no setor de tecnologia e equipamentos eletrônicos, produzindo desde telefones simples com fio a soluções conectadas de IoT, 5G e até mesmo painéis fotovoltaicos.

A empresa foi fundada em 1976, quando lançaram o primeiro produto com tecnologia desenvolvida *in-house*: uma central telefônica PABX. Nesse contexto, a empresa se destacou pela inovação e capacidade técnica elevada ao desenvolver tecnologias nacionais no ramo de eletrônicos. Com o passar dos anos, a linha de produtos foi se diversificando, mas ainda com foco no setor de centrais telefônicas e comunicação. Nos anos 90 a Intelbras se consolidou como a líder nacional nos ramos de PABXs e na virada do milênio passou a diversificar ainda mais o portfólio do produto. Com a aquisição de unidade fabris em Manaus e Santa Rita do Sapucaí a empresa viabilizou produtos com maior tecnologia e valor agregado como painéis fotovoltaicos e equipamentos de segurança, como câmeras.

Atualmente, a Intelbras é líder nacional no ramo telecomunicações PABX, equipamentos de segurança além de servidores. Um destaque é que a empresa conta com mais de 3000 colaboradores em 3 fábricas e uma sede administrativa, além de ser listada na B3.

As instalações da Intelbras em São José podem ser divididas nos setores administrativos e de manufatura. Para o lado administrativo, tem-se os setores de Gestão (administrativo, financeiro, marketing e gerência) no segundo andar da nova fábrica – ao lado do antigo prédio da Cecrisa. Já para parte de manufatura, tem-se 3 setores principais na fábrica.

O primeiro deles é o setor das injetoras. Nessa linha, todas as partes plásticas dos produtos são feitas – abrangendo todas o portfólio sob responsabilidade da filial de São José. O setor de injetoras possui um *layout* bastante moderno, com monitores distribuídos ao longo da linha para acompanhamento em tempo real dos índices de qualidade. Além disso, todo o sistema de alimentação e operação das máquinas é feito a partir do subsolo, fato que traz uma otimização do layout e aumenta o espaço disponível.

A segunda linha corresponde à montagem e micro solda de PCBs. Nesse setor, é necessário estar portando vestimentas antiestática e estar aterrado. É a linha de maior valor agregado da Intelbras, com equipamentos sofisticados de solda, medição e controle de qualidade.

Por fim, tem-se a linha principal de montagem. Nela, reúne-se as PCBs, partes OEM e carcaças plásticas para montagem final dos produtos. Há algumas linhas que operam paralelamente e tem disponibilidade para produzir itens diferentes.

Vale destacar que há um setor de estoque de produtos acabados prontos para expedição e um setor de almoxarifado – estoque de matéria prima para linha de produção.

Sistema de Gestão de Qualidade:

Na Intelbras, pode-se encontrar diferentes frameworks de gestão da qualidade, sendo que a principal preocupação é atender os elevados níveis de exigência dos clientes finais, uma vez que a qualidade é sempre lembrada e age como grande critério competitivo para linhas mais simples do portfólio. Nesse sentido, observou-se na visita que existe a preocupação em seguir as boas práticas de normas como ISO 9000 e manter a certificação em dia – de fato, a nova fábrica que está em construção já será certificada desde o início do funcionamento. Entre os principais aspectos abordados e exemplificados durante a visita, tem-se as seguintes frentes.

Gestão de qualidade ao longo da linha:

A gestão da qualidade é feita de forma online, isto é diretamente na linha de produção e em tempo real, sendo que para as unidades industriais os KPIs anuais incluem metas específicas de qualidade na linha de produção. Nesse sentido, faz-se uma verificação em 100% dos produtos que passam pela, uma vez que não se tem robustez suficiente para realizar um controle por amostragem. No entanto, mesmo que a verificação de 100% crie custos com qualidade e não agregue diretamente valor ao produto, para o caso das injetoras esse nível alto de controle traz ganhos com reaproveitamento de material (cerca de 30% da composição é reaproveitada). A inspeção é feita tanto de forma manual quanto automatizada. Para isso, a Intelbras conta com equipamentos ópticos 3D de verificação de placas eletrônicas e soluções desenvolvidas *in-house* de visão computacional para auxiliar a detecção de erros e não qualidade. A perda nas linhas (medida em lotes) não pode superar a média de 1% da produção.

Para manter as informações atualizadas e monitorar o funcionamento geral da linha, utiliza-se dashboards onde os principais KPIs da linha de produção são informados de forma individualizada. Essas informações ficam em visíveis aos líderes da linha e os respectivos colaboradores que usam tais números para propor soluções à eficiência da linha. Tais dados são coletados online e repassados ao ERP da empresa, onde uma análise mais profunda com auxílio de BI é realizada para trazer mudanças táticas e estratégicas. Em relação a ferramentas de qualidade, a Intelbras conta com as seguintes soluções:

- WCM
- Kaizen
- MQA
- 7S (5S adaptado para realidade da empresa).
- PDCA

Todas as ferramentas são aplicadas de forma homogênea em todas as filiais, mas com diferentes desafios organizacionais a respeito da aceitação das normas.

Para resolução de problemas e aprimoramento das ferramentas de qualidade, a Intelbras conta com um time dedicado à qualidade, que é responsável por aplicar metodologias de análise, resolução de problemas e testes laboratoriais. Também há interesse por parte da empresa na contratação de um engenheiro Lean – para propor soluções cada vez mais eficientes do ponto de vista da produção.

Problemas relatados:

Durante a apresentação inicial da empresa e do sistema de qualidade, a engenheira responsável pelo setor exemplificou algumas das fontes de problemas com qualidade e não atendimento de exigências dos clientes.

Entre os principais pontos de não qualidade na linha de produção, destacava-se problemas pontuais de desatenção e não seguimento dos protocolos. Como exemplo, citou-se produtos enviados sem manuais, peças faltantes ou mal colocadas, entre outros. Nesses casos, a Intelbras trava todos os lotes que acredita estarem afetados – mesmo que já tenham sido despachados para o estoque ou algum centro de distribuição. Para facilitar esse acompanhamento, internamente a empresa está desenvolvendo uma solução de rastreabilidade de produtos entre as linhas – para identificar quais dão mais problemas e mitigar os lotes bloqueados.

Outro ponto de atenção em termos de qualidade é o pós-venda. Há grande preocupação da Intelbras em manter um elevado nível de satisfação dos clientes e todos os protocolos abertos são investigados para se assegurar que o problema não pode se repetir em outros produtos da mesma linha ou lote. Há poucos casos de recall registrados na Intelbras.

Aprendizado obtido:

Ao longo da visita da empresa, teve-se a oportunidade de observar na prática os conceitos de qualidade. Nesse sentido, os principais aprendizados foram em relação ao processo de evolução da metodologia de qualidade bem como da importância da cultura corporativa na manutenção dos níveis de qualidade.

Para o primeiro ponto, ficou evidente que o sistema de qualidade deve evoluir conforme o domínio e o conhecimento dos times envolvidos aumenta. Isto é, um sistema de qualidade com ferramentas, *frameworks* e *dashboards* perfeitos e avançados são inúteis se o time não compreende a importância dos processos e da qualidade. O fato que mais chamou a atenção foi que mesmo com uma cultura organizacional fortíssima e funcionários engajados em bater as metas de qualidade, ainda havia dificuldade em implementar todos os processos e ferramentas. Um exemplo citado foi a dificuldade em fazer o PDCA rodar nas linhas da fábrica.

Anexo 5 – Relatoria visita à Portobello

Autor: aluno da matéria de PSQ em 2022.2

RELATÓRIO PORTOBELLO

Descrição da empresa:

A Portobello é uma empresa de grande porte que se localiza na região de Tijuca. Atualmente, a empresa conta com diferentes focos no setor de porcelanatos e móveis – como bancadas, cozinhas e partes para banheiros.

A empresa foi fundada em 1979, quando se iniciou a produção de cerâmicas na fábrica de Tijuca – muito menor que as instalações atuais. Em 1981, já com a produção estabelecida, iniciaram-se as primeiras exportações e a marca começou a se expandir. 6 anos depois, já com linhas bem estabelecidas no mercado, a empresa passou por uma expansão no seu parque fabril, atingindo-se pela primeira vez a marca de 1 milhão de m² produzidos em um mês. A partir do ano de 1991, a marca passou a se reposicionar com uma pegada premium no mercado, contando com produtos semelhantes às porcelanas finas italianas. Nesse sentido, teve-se um constante investimento em tecnologia e importação de máquinas de ponta. Dos anos 2000 para frente a Portobello passou por mudanças com foco em aumentar a sustentabilidade da produção – como a troca do carvão pelo gás natural – além de aumentar continuamente o número de vendas. Com expansões mais recentes da fábrica e portfólio de produtos e serviços, a Portobello se configura como a maior produtora de cerâmica e porcelanato da América Latina.

Atualmente, a Portobello conta com 2600 funcionários e produz cerca de 22 milhões de m².

As instalações da Portobello em Tijuca podem ser divididas nos setores administrativos e de manufatura. Para o lado administrativo, tem-se os setores de Gestão (administrativo, financeiro, marketing e gerência) em um prédio com arquitetura moderna – a bem alinhada com a visão premium da empresa – localizado ao lado da fábrica. No local também há um showroom onde conceitos de arquitetura que utilizam os materiais da Portobello são apresentados.

Já para o setor de manufatura, há 3 estruturas principais: o moinho, fábrica de vidro e fábrica 2. No moinho, tem-se o recebimento de matérias primas e preparação da massa que será base para produção das peças.

A fábrica de vidro é a linha principal e com maiores índices de produção. Nela são produzidas todas as peças do portfólio, que vão desde pequenas cerâmicas até grandes peças de 1,60 X 1,60.

Já na fábrica 2, tem-se foco em operações mais complexas de esmaltação.

Vale destacar que há um setor de estoque de produtos acabados prontos para expedição. Tal estoque é muito grande em área, devido ao espaço necessário para guardar os porcelanatos. Esse estoque traz mais segurança em relação à demanda do mercado, isso porque os processos produtivos possuem parâmetros que são de difícil modificação ou demoram tempo naturalmente.

Sistema de Gestão de Qualidade:

Na Portobello, pode-se encontrar diferentes frameworks de gestão da qualidade, sendo que a principal preocupação é atender ao altíssimo padrão de acabamento do produto, uma vez que é o principal *selling point* dos produtos da empresa.

Em relação às certificações de qualidade, a empresa possui padrão ISO 9001, pois tal certificação é necessária para exportação e participação em programas para venda para programas como Minha Casa Minha Vida.

Gestão de qualidade ao longo da linha:

A gestão da qualidade é feita de forma online, isto é diretamente na linha de produção e em tempo real, desde as primeiras movimentações de matéria-prima na linha. Nesse sentido, faz-se uma verificação por amostragem dos produtos que passam pela, pois há robustez suficiente para realizar esse tipo de controle (a quantidade de produtos retirados para amostragem varia conforme o tamanho da peça). A inspeção é feita tanto de forma manual quanto automatizada. Para isso, a Portobello utiliza checklists para manter o controle dos procedimentos, sendo que alguns dependem exclusivamente da habilidade dos operadores enquanto outros possuem auxílio de equipamentos metrológicos.

Para manter as informações atualizadas e monitorar o funcionamento geral da linha, utiliza-se dashboards onde os principais KPIs da linha de produção são informados de forma generalizada. Essas informações ficam em visíveis aos líderes da linha e os respectivos colaboradores que usam tais números para propor soluções à eficiência da linha.

Em relação a ferramentas de qualidade, a Intelbras conta com as seguintes soluções:

- WCM
- PDCA
- MASP

Para resolução de problemas e aprimoramento das ferramentas de qualidade, a Portobello conta com um time dedicado à qualidade, que é responsável por aplicar metodologias de análise, resolução de problemas e testes laboratoriais.

Através de todos esses esforços e com o foco na melhoria contínua, a Portobello consegue manter um nível de conformidade de 97,81% - um dos menores observados entre todas as visitas.

Aprendizado Obtido:

Após a visita à Portobello ficou claro que o processo de construção de política de qualidade é uma jornada longa, que envolve diferentes stakeholders e pautada na melhoria contínua. Foi muito interessante observar que as medidas pioneiras aplicadas pelo Professor Gargioni ainda possuem peso na indústria, a graças aos procedimentos seguidos com rigor, pode-se alcançar grande robustez no processo produtivo.

Além disso, aprendeu-se que várias verificações de qualidade (como repetidas amostragens de 100%) não necessariamente agregam valor ao produto, mas a partir do momento que há robustez suficiente para se assegurar a conformidade de toda linha, pode-se partir para um outro nível de qualidade. Isto é, quando a confiança de ter um produto feito na linha de produção da empresa passa a ser um atrativo comercial e, assim, a qualidade passa a assumir um ponto cada vez mais central na cultura da empresa.



Figura 1 – Turma reunida em frente à fábrica de vidro

Anexo 6 – Respostas ao *feedback* da disciplina De Projeto De Sistemas da Qualidade em 2022.2 A. Geral

1. com o auxílio das ferramentas da qualidade foi possível identificar um problema relevante para o curso de Engenharia Mecânica e propor soluções estruturadas para suas causas mais importantes.
2. pode-se perceber a importância dessas ferramentas e da gestão da qualidade na totalidade no dia a dia do engenheiro, visto que elas permitem abordar objetivamente um problema complexo.
3. as reuniões do CCQ foram mais produtivas no Google Meet.
4. As visitas técnicas foram excelentes
5. As aulas ministradas, assim como os seminários, foram esclarecedoras, e as dinâmicas de planejamento para as aulas não tornaram em nenhum maçante.
6. Eu gostei do formato em que foi desenvolvido durante as aulas presenciais, incentivando os alunos a continuarem o trabalho e tirar dúvidas com o professor, mas também deixando os alunos seguirem por conta própria.

7. O formato foi excelente, pois permitiu o equilíbrio entre a teoria do tema de qualidade e a visão prática da aplicação do tema nas indústrias.

B. Agregação de conhecimento:

1. implementar ferramentas de qualidade em meu dia a dia.
2. visitas vão estar sempre na memória, pois essas experiências são eternas.
3. qualidade no dia a dia de uma empresa, quais as áreas de trabalho existem, como um engenheiro mecânico pode atuar na área da qualidade
4. conhecimento prático das visitas, aspectos para gerar e controlar a qualidade, maior aprendizado para trabalho em equipe
5. gestão com respeito à qualidade fugindo um pouco da teoria das "exatas" e entrando num ponto que depende do como a pessoa enxerga a empresa em que trabalha e como melhorar tanto o âmbito pessoal quanto o profissional.
6. visão sistêmica da qualidade nas linhas industriais e gerenciamento das empresas.
7. aprender o fundamento das metodologias mais comuns e essenciais do mercado
8. deu os fundamentos da gestão da qualidade e condições de procurar mais conteúdo caso queiramos nos aprofundar no tema.
9. visão prática do assunto possibilitando entender como os conceitos vistos em sala são aplicados em diferentes indústrias.
10. resolver um problema no CCQ, mostrando que, usando as ferramentas básicas e as metodologias disponíveis, é possível atacar qualquer problema que se queira resolver.
11. primeira disciplina da graduação proporcionou conhecer indústrias e aprender sobre seu funcionamento e outros conhecimentos em geral.

C. Comparação outras disciplinas:

1. Esta e Carreiras foram de longe as melhores disciplinas que realizei até agora na minha vida. A diferença é que ambas ensinam coisas 100% relevantes que independente do caminho escolhido irão me ajudar muito.
2. Real contato com o mercado de trabalho.
3. O maior diferencial com certeza foram as visitas técnicas, que trouxeram aprendizados tanto sobre qualidade quanto sobre áreas estudadas em outras matérias da engenharia mecânica.
4. Disciplina mais descontraída, com bastante diálogo e valor em experiências pessoais do professor e cases de empresas
5. As visitas técnicas e CCQ foram essenciais para o lado prático de internalização do conhecimento e deixaram a matéria muito mais interessante.

Visitas e CCQ.

6. o sistema de avaliação, que dispensa as provas tradicionais e as substitui por relatórios das visitas, pequenas atividades semanais e apresentações de seminários.
7. A disciplina é prática, depende muito da proatividade e do interesse do aluno. Muito mais hands-on, a gente consegue ver o que é ensinado em sala, na prática.

Anexo 7 – Exemplo de relatório final da atividade de Círculos de Controle da Qualidade
 RELATÓRIO FINAL DO CÍRCULO DE CONTROLE DE QUALIDADE EQUIPE A
 Autores: alunos da matéria de PSQ em 2022.2

Florianópolis,
 Dezembro de 2022 / Semestre 22.2

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	METODOLOGIA CCQ	3
3.	ESCOLHA DO PROBLEMA	5
3.1	Brainstorming e Brainwriting	5
3.2	Matriz GUTV	6
3.3	Diagrama de Ishikawa	8
3.4	5 Porquês	10
4.	SOLUÇÃO DO PROBLEMA	12
4.1	Roadmap do Projeto Informacional e Preenchimento do Storyboard.	12
4.2	Coleta de dados e Levantamento de Hipóteses	15
4.3	Análise de Dados e Validação das Hipóteses	16
4.4	Proposta de Solução	22
4.4.1	5W2H	23
4.4.2	Solução para os problemas	27
4.4.2.1	Direcionamento de carreira para os alunos de engenharia	28
4.4.2.2	Concentração de informações relevantes de oportunidades para estudantes de engenharia	28
4.4.2.3	Networking entre alunos, ex-alunos e professores de engenharia	29
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

Tomando como ponto de partida, o contexto atual, de um mundo globalizado e competitivo, temos a qualidade aparecendo como um fator de destaque para atuar auxiliar que uma empresa se torne competitiva e sobreviva neste cenário.

As formas de promoção e aplicação de um sistema de qualidade em uma empresa são diversas, o que torna a prática bastante adaptável com o contexto de cada empresa, porém, possuindo diretrizes claras para alcance dos resultados esperados. Tendo isso em mente, fica evidente como o ensino desta está se tornando imprescindível para a engenharia. Desta forma, a disciplina de Projeto de Sistemas de Qualidade busca apresentar diversos aspectos e metodologias referentes a sistemas de qualidade, em que toda a cadeia de produção e gerenciamento de uma empresa procuram atender aos requisitos de qualidade.

A partir dessa premissa, foi proposta a aplicação de um Círculo de Controle de Qualidade (CCQ) como ferramenta prática para aplicação do aprendizado da disciplina. A seguir, estão expostas as premissas da metodologia, escolha e soluções para o problema levantado pela equipe, além das conclusões a respeito das atividades realizadas e resultados obtidos.

2. METODOLOGIA CCQ

Diante da necessidade do envolvimento dos trabalhadores como parte da gestão da qualidade, deixando assim de tratar a qualidade como ferramenta isolada e passando a dar importância no treinamento dos colaboradores, surgiu a utilização dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) durante a década de 1960 no Japão.

O Círculo de Controle de Qualidade nada mais é do que um grupo simples, organizado e de porte pequeno que tem, entre seus objetivos, o de formar grupos de estudo para analisar situações e aplicar seu conhecimento no dia a dia para tornar eficaz a condução das atividades com um melhoramento contínuo do ambiente em questão e com conseqüente crescimento de todos os participantes (CAMPOS, 2004).

Trata-se então de uma forma de se provocar a solução ou ações para controle da qualidade utilizando ferramentas para detecção do problema. Após a formação dos pequenos grupos, estes círculos de controle de qualidade propõem-se a estimular o estudo da qualidade internamente para que sirva de força motivacional para o trabalho. Desta forma, seriam obtidos os desenvolvimentos dos profissionais, criando um ambiente de trabalho agradável, e conseqüentemente, o desenvolvimento da empresa em questão.

Dentro da disciplina Projeto de Sistemas de Qualidade (EMC 6279), formou-se então um pequeno grupo, composto por seis integrantes, com a missão de levantar e discutir problemas ligados à qualidade do curso e do ensino dentro do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e as possíveis principais causas que levam a estas defasagens na própria qualidade do ensino.

Através das reuniões do Círculo de Controle de Qualidade da equipe, reforçando a importância dos debates e dos registros das discussões dentro do grupo, juntamente com a possibilidade de compartilhar opiniões individuais e discutir os possíveis problemas causadores de tais defasagens, pôde-se desenvolver o trabalho em questão. Por meio de um cronograma de trabalho bem definido e seguido à risca, foi possível o surgimento de um ambiente dinâmico favorável à aprendizagem do grupo na questão da qualidade, identificando os fatores que influenciam na longevidade desta metodologia de trabalho em grupo, como persistência, liderança, aprendizagem individual e o compromisso com um objetivo em comum.

Primeiramente, para o grupo, definiu-se um líder, responsável por conduzir as reuniões e estimular a participação dos membros, um vice-líder, com o objetivo de conduzir e orientar a equipe perante a ausência do líder, e um secretário, responsável por fazer os registros garantir uma boa organização dos dados coletados durante as reuniões. Vale ressaltar que todos os membros do grupo possuem igual importância e contribuição para o trabalho em questão.

Através de diversas ferramentas que tangem a construção e manutenção da qualidade para um processo, voltados a identificação dos problemas e de suas causas, como o Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA), uso de Brainstorming e Brainwriting, Matriz GUTV, Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês, que serão abordados ao decorrer do trabalho. Fez-se o uso de formulário para fazer possível a coleta de dados para o acompanhamento das validades das ideias previamente levantadas, prosseguindo então para a análise de dados, e o uso do método 5W2H para auxiliar na elaboração das propostas de solução para os problemas em questão. Dito isto, partiu-se então para a escolha do problema a ser trabalhado.

3. ESCOLHA DO PROBLEMA

3.1 Brainstorming e Brainwriting

O primeiro passo para a definição do problema foi a realização de um brainstorming e brainwriting. A equipe toda se reuniu no primeiro encontro CCQ para realizar um levantamento de ideias acerca dos diversos problemas mais impactantes que a Universidade Federal de Santa

Catarina (UFSC) enfrenta, principalmente focando no Departamento de Engenharia Mecânica, pelo fato de existir uma maior possibilidade de implementação de solução em um volume menor (Depto. Engenharia Mecânica) para depois possivelmente expandi-lo para o macro (UFSC), fato que pode se relacionar a metodologia proposta pelo WCM, estudado em sala. Com isso, todos os membros da equipe puderam contribuir para trazer ideias de temas pertinentes, que foram transcritos para um documento, para que em seguida a equipe pudesse selecionar o tema considerado de maior relevância. Os temas levantados são apresentados abaixo:

1. Infraestrutura CTC
 - a. Banheiros sujos;
 - b. Falta de insumos nos banheiros;
 - c. Falta de infraestrutura para dias de chuva;
 - d. Falta de uma biblioteca setorial;
 - e. Falta de uma sala de coworking (pensando nos estudantes que também trabalham);
 - f. Tomadas antigas e incompatíveis com novos equipamentos;
 - g. Ares-condicionados sem as devidas manutenções.

2. Cursos do CTC
 - a. Informações essenciais muito dispersas com falta de um direcionamento adequado promove o desengajamento por parte dos alunos;
 - b. Falta de orientação profissional ao aluno;
 - c. Horário de aulas incompatíveis com a rotina de quem trabalha (aulas no período matutino e vespertino de disciplinas de um mesmo semestre);
 - d. Currículo pouco prático (disciplinas muito voltadas para a academia e distantes do mercado de trabalho);
 - e. Falta de apoio psicológico aos estudantes.

3. Convênio com instituições privadas
 - a. Dificuldade de parcerias com instituições privadas provenientes da política interna da universidade, muita burocracia envolvida no processo;
 - b. Poucas opções de estágios voltados para o mercado de trabalho (se comparado às opções de áreas acadêmicas).

4. Equipes de competições
 - a. Falta de um espaço dedicado a laminação e trabalhos com fibra de vidro;
 - b. Falta de programas da universidade focados em promover uma ajuda financeira às equipes de competição.

3.2 Matriz GUTV

Após o brainstorming realizado pela equipe, foi elaborada a matriz GUTV. Mais conhecida como matriz GUT, é uma ferramenta utilizada para organizar os problemas e demandas por ordem de prioridade. Com ela, é possível avaliar o impacto de cada problema relacionado ao tema, e assim, é possível priorizar a resolução dos problemas, focando tempo e energia nas questões que mais exigem atenção. Com isso, a matriz GUTV foi utilizada para auxiliar na escolha do tema do CCQ. Para isso, foram dispostas notas de 1 a 5 para cada problema, relacionados a quatro aspectos diferentes:

- (G) Gravidade: indica o impacto que o problema poderá causar caso não seja realizado logo;
- (U) Urgência: representa a disponibilidade de tempo para resolução do problema ou para mitigar seus efeitos negativos.

- (T) Tendência: diz respeito à tendência do problema se agravar caso demore a ser solucionado
- (V) Viabilidade: diz respeito à viabilidade da implementação de uma possível solução ao problema.

A equipe realizava discussões sobre cada problema, até chegar em um consenso sobre a nota a ser dada para os parâmetros listados acima. Quanto maior a nota, maior a relevância do parâmetro. Após definidas todas as notas, foi feita a multiplicação das notas de cada problema. Como podemos observar na matriz abaixo, o tema “Desengajamento por parte dos alunos” foi o que obteve maior pontuação, com isso, ele foi escolhido como o tema do CCQ para ser trabalhado durante o semestre.

Tabela 1 – Matriz GUTV

Problemas	Gravidade	Urgência	Tendência	Viabilidade	Resultado
Desengajamento por parte dos alunos	4	5	4	5	400
Falta de orientação profissional ao aluno;	3	3	3	5	135
Horário de aulas incompatíveis com a rotina de quem trabalha (aulas no período matutino e vespertino de disciplinas de um mesmo semestre)	4	4	3	2	96
Disciplinas pouco práticas e currículo desatualizado (disciplinas muito voltadas para a academia e distantes do mercado de trabalho no <i>campus</i>)	5	5	4	2	200
Dificuldade de parcerias com instituições privadas provenientes da política interna da universidade, muita burocracia envolvida no processo;	3	4	3	4	144
Barreira de entrada (dificuldade de horários, locomoção, estágios requerendo experiência...) em estágios voltados para o mercado de trabalho (se comparado às opções de áreas acadêmicas).	5	5	3	3	225

Fonte: Autores

3.3 Diagrama de Ishikawa

Uma das ferramentas utilizadas para a solução do problema, foi o diagrama de Ishikawa. O diagrama de Ishikawa é uma das 7 ferramentas de qualidade usadas para organizar e classificar as causas raízes de um determinado problema. Ele relaciona o efeito a ser analisado com os

motivos mais influentes. As causas do problema podem ser classificadas em 6 tipos: máquina, materiais, mão de obra, meio ambiente, medida e método, por isso, também é conhecido como diagrama 6M. Como o problema a ser resolvido tem um caráter mais subjetivo, as causas tradicionais colocadas no diagrama de Ishikawa não eram compatíveis com o tema da equipe. Assim, foi feita uma adaptação que na ferramenta para trazê-la para a realidade da situação a ser resolvida, colocando como causas: disciplinas, grade de horário, pessoas, meio ambiente, políticas e métodos.



Figura 1 – Estrutura de um diagrama Ishikawa Fonte: Imagem retirada do site www.napratica.org.br

O desenvolvimento do Diagrama de Ishikawa se inicia pelo problema definido a partir da matriz GUTV, sendo o desengajamento por parte dos alunos o efeito do diagrama. As causas deste problema foram elencadas a partir da experiência dos membros do CCQ e de colegas. Foi possível observar que os maiores relatos de descontentamento com a graduação possuíam motivos similares e eram raízes para o desengajamento, validando assim as causas colocadas no diagrama da equipe.

Com isso, utilizando a plataforma Miro, o grupo CCQ discutiu sobre os principais pontos que afetavam o tema escolhido, para assim, procurar soluções para as fontes do problema.

Diagrama de Ishikawa

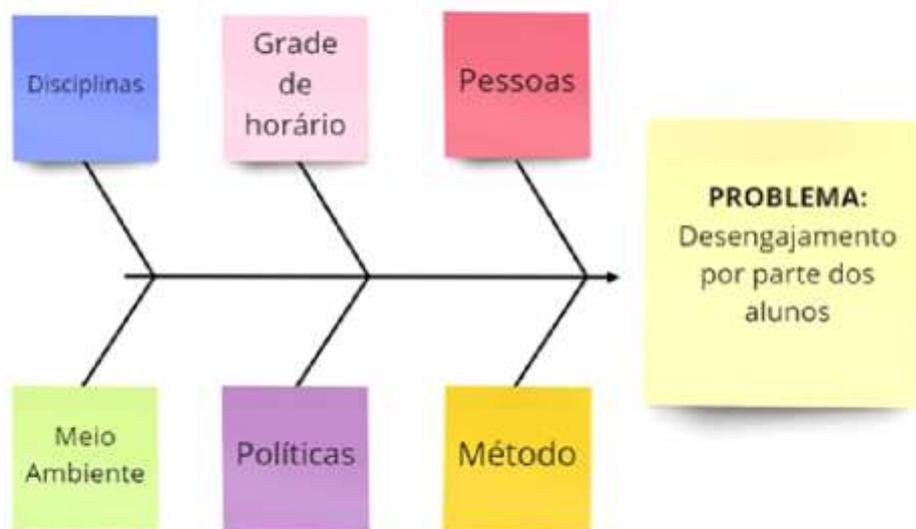


Figura 2 – Diagrama de Ishikawa Fonte: Autor

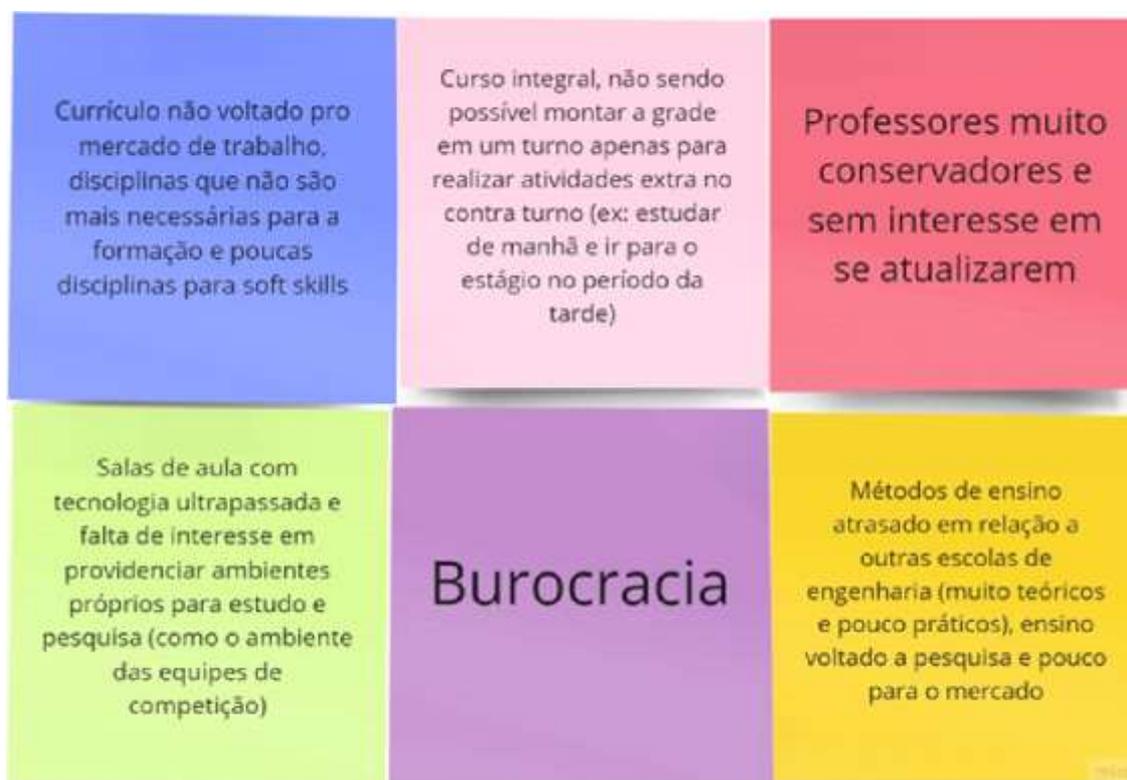


Figura 3 – Diagrama de Ishikawa - causas do problema Fonte: Autor

As causas colocadas no diagrama de Ishikawa não nos trouxeram uma resposta imediata do problema, visto que várias raízes para a causa fundamentam o sentimento de desengajamento do aluno.

Assim, após debates no grupo e estudo dos fatores citados, a equipe elencou como principais motivos os métodos, políticas e meio ambiente. Acreditou-se que tais fatores eram de maior relevância pois a falta de incentivo da universidade para a entrada no mercado de trabalho, com métodos e disciplinas desatualizadas e uma grade de horário que dificulta atividades como estágios, têm uma influência negativa no estudante muito mais forte que salas de aula com tecnologias ultrapassadas.

Para analisar mais profundamente o problema, a equipe então decidiu utilizar mais algumas ferramentas e, posteriormente, validar as hipóteses levantadas com os estudantes do CTC.

3.4 Os 5 Porquês

Outro instrumento utilizado foi o dos 5 porquês, uma ferramenta que consiste em perguntar 5 vezes o porquê de um problema ou defeito ter ocorrido, a fim de descobrir a sua real causa, ou seja, a causa raiz. Um ponto interessante que vale mencionar sobre essa ferramenta é que, na prática, pode ser que não seja necessário perguntar 5 vezes “por quê” ou que seja necessário realizar mais de 5 questionamentos para identificar a causa raiz de um problema. Foi o caso para o nosso grupo, a partir de um problema principal identificado pelo grupo, fizemos duas parcelas de questionamentos buscando as causas raiz, foram necessários 4 porquês em cada uma delas até a definição de uma causa raiz, como descrito no detalhamento a seguir:

Problema:	Falta de engajamento por parte dos alunos de engenharia da UFSC
1º Porquê	Por que existe um desengajamento por parte dos alunos ? <i>Pois as informações essenciais são muito dispersas</i>
2º Porquê	Por que as informações essenciais são muito dispersas ? <i>Pois as informações essenciais estão descentralizadas</i>
3º Porquê	Por que as informações essenciais estão descentralizadas ? <i>Pois não existe um responsável por fornecer as informações essenciais nos momentos corretos</i>
4º Porquê	Por que não existe um responsável por fornecer as informações essenciais nos momentos corretos ? <i>Pois não é de interesse da universidade fazer esse tipo de entrega para os alunos.</i>
Causa raiz	<i>A universidade é muito direcionada para o meio acadêmico (prestação de contas) e falta interesse em desenvolver engajamento real dos estudantes e entregar todas as vertentes da engenharia de maneira que o aluno possa engajar e trilhar seu próprio caminho na carreira.</i>
1º Porquê	Por que existe um desengajamento por parte dos alunos ? <i>Pois falta um direcionamento adequado desde o ingresso na graduação</i>
2º Porquê	Por que falta um direcionamento adequado ? <i>Pois não existe um processo eficiente para direcionar os alunos</i>
3º Porquê	Por que não existe um processo eficiente para direcionar? <i>Pois não existe alguém/algo responsável por isso</i>
4º Porquê	Por que não existe um responsável? <i>Pois ninguém analisou o problema da falta de engajamento à fundo e tomou uma iniciativa eficiente</i>
Causa raiz	<i>Falta de uma visão de solução que não depende da universidade para resolver o problema da falta de direcionamento para os alunos</i>

Figura 4 – 5 Porquês Fonte: Autor

O problema destacado foi “Informações essenciais muito dispersas com falta de um direcionamento adequado promove o desengajamento por parte dos alunos”, a partir dele identificamos 4 respostas consecutivas que nos levaram a seguinte causa raiz: “ A universidade é muito direcionada para o meio acadêmico (prestação de contas) e falta interesse em

desenvolver engajamento real dos estudantes e entregar todas as vertentes da engenharia de maneira que o aluno possa engajar e trilhar seu próprio caminho na carreira”.

Essa causa se relaciona a um sentimento comum identificado pelos alunos nas reuniões de CCQ, problemas de um currículo muito específico para questões teóricas e acadêmicas e pouco voltada para outras áreas do mercado, a partir disso, identificamos que não é do interesse da universidade dar oportunidade, para os alunos que não possuem tanto interesse em áreas acadêmicas, de se desenvolverem dentro da universidade, o que nos leva a buscar experiências a parte, como estágios e cursos de empresas.

A segunda leva de porquês foi desenvolvida por um caminho diferente, que nos permitiu concluir a segunda causa raiz: “Falta de uma visão de solução que não dependa da universidade para resolver o problema da falta de direcionamento para os alunos”. Em contrapartida com a primeira causa raiz, nesta identificamos que a universidade não deve ser a entidade central para a resolução de problema, por motivos de ineficiência, burocracia e a própria falta de interesse dela. Em resumo, foi identificada a falta, por parte dos estudantes, de buscarem maneiras de resolver esse problema que tanto os impactam.

A partir dessas causas complementares, prosseguimos para a formulação de uma possível solução do problema, com um foco em ser independente da universidade, o que elevaria sua viabilidade de aplicação.

4. SOLUÇÃO DO PROBLEMA

Para desenvolvimento da solução do problema, a estratégia utilizada foi a criação de um Roadmap do projeto Informacional e criação do *storyboard* do projeto como um todo. Etapa exemplificadas abaixo.

4.1 Roadmap do Projeto Informacional e Preenchimento do Storyboard.

Para gestão do CCQ, foi estruturado um Roadmap do projeto informacional, onde estavam delimitados todos os ciclos curtos de aprendizado com seus respectivos prazos e as milestones desejadas.

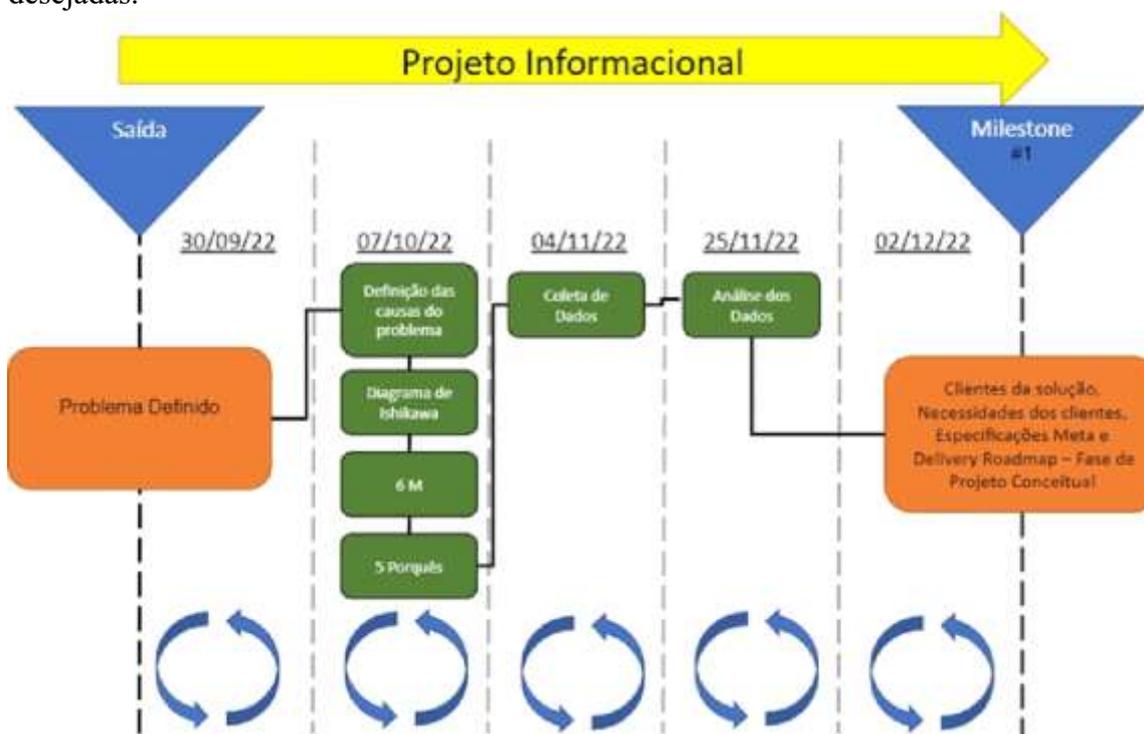


Figura 5 – Roadmap Fonte: Autor

O roadmap parte da condição inicial de apenas o problema definido. A milestone final desejada era: a definição dos clientes da solução, as necessidades do cliente, especificações meta da solução. E no intuito de completar o projeto, foram propostos 4 ciclos curtos de ação/aprendizado. No primeiro haveria a definição das causas do problema proposto com levantamento de hipóteses. Em seguida, haveria um ciclo de coleta de dados para validação das hipóteses levantadas. O terceiro ciclo planejava a análise dos dados e validação das hipóteses. E o último ciclo propunha a definição da solução final e suas especificações.

Arelado ao roadmap, o grupo estruturou um storyboard do projeto informacional para atualização do andamento do projeto. Esse storyboard utiliza uma metodologia semelhante ao PDCL. Seguindo os 4 passos: O que foi planejado, O que se espera, O que aconteceu e O que se aprendeu.

EMC 5725 - Storyboard do CCQ		Data: 23/09/2022	
Projeto: Informacional		Desafio: Resolver o problema de falta de engajamento dos alunos de engenharia	
Condição Inicial	Condição-Alvo	O que foi planejado? (P)	O que se espera? (D)
<ul style="list-style-type: none"> → Clientes da solução não personificados; → Necessidades dos clientes não identificadas; → Especificações metas não definidas. 	<p>Atingir até 09/12/2022</p> <ul style="list-style-type: none"> → Persona dos clientes definidas → Necessidades dos clientes identificadas → Especificações metas definidas; → Problema validado; → Solução proposta. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 – Definir as causas do problema selecionado utilizando diagrama de Ishikawa, 6M e 5 Porquês; 1.2.1 - Coletar dados de persona por meio de formulário. 1.2.2 - Coletar dados de insatisfação com o problema e necessidades do cliente utilizando formulário e fazendo entrevistas; 1.3 - Analisar os dados coletados. 1.4 - Definir a solução do projeto e suas especificações meta. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 – Causas do problema definidas; 1.2.1- 100 respostas com dados da persona 1.2.2- 100 respostas com dados de necessidades do cliente coletados; 1.3.1 - Dashboard com as relações dos dados coletados; 1.3.2 - Conclusão da análise dos dados do formulário. 1.4.1 - Solução do projeto definida; 1.4.2 - Especificações meta definidas
Obstáculos		O que aconteceu? (C)	O que se aprendeu? (L)
		<ul style="list-style-type: none"> 1.1 – Pré definição das causas 1.1.2 – Discussão das causas e metodologia 1.1.3 – Definição das causas 1.2 - 68 respostas no formulário 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 – Utilização de ferramentas estratégicas para definição das causas de um problema evitando interferência de viés 1.2.1 – Utilizar mais de um canal de comunicação; 1.2.2 – Elaborar um plano de divulgação 1.3.1 – Fazer uma análise de dados por meio de um Dashboard 1.3.2 – Dedicar mais tempo para análise dos dados coletados
		<ul style="list-style-type: none"> 1.3 - Dashboard estruturado com análise dos dados coletados. 	

Figura 6 – Storyboard Fonte: Autor

A condição inicial partia de: Clientes da solução não personificados; Necessidades dos clientes não identificadas; Especificações metas não definidas. Já a condição-alvo planejava obter: Persona dos clientes definidas; Necessidades dos clientes identificadas; Especificações metas definidas; Problema validado; Solução proposta.

Ciclo 1: O planejado para o primeiro ciclo foi definir as causas do problema proposto com auxílio das ferramentas: Diagrama de Ishikawa, 6M e 5 Porquês. E como explicado na parte 1 do relatório, ocorreu com sucesso.

Ciclo 2: O segundo ciclo planejava coletar dados para validação de persona, insatisfação das personas com o problema e necessidades dos clientes. Para isso, foram utilizadas as hipóteses levantadas no ciclo anterior para se estruturar um formulário coerente. Esse formulário foi enviado para os estudantes de engenharia do CTC por grupos de whats e e-mail. O planejado era a obtenção de 100 respostas. No entanto, obteve-se apenas 68. Dessa forma, houve o aprendizado de

que uma coleta de dados deve haver um plano de divulgação e se utilizar muito mais que apenas 1 canal de comunicação.

Ciclo 3: O terceiro ciclo foi baseado em se analisar as respostas obtidas no formulário, validar as hipóteses levantadas e promover uma análise sobre o resultado. As respostas do formulário foram importadas para uma planilha do Excel que abastecia um dashboard estruturado no DataStudio (<https://datastudio.google.com/reporting/239fa5a0-bd88-4add-b6a8-5c9b12489ccd>). Com as principais relações obtidas, foi possível: definir a persona de maneira simples, validar as principais causas de desengajamento por parte dos alunos e validar possíveis soluções para combater essa falta de engajamento.

Ciclo 4: O quarto ciclo tem como principal objetivo, desenvolver uma proposta de solução para os problemas definidos no ciclo três. Para tal, deve ser feito um brainstorming para levantar algumas propostas de solução. Sobre a mais aceita pelo grupo, a metodologia 5W2H deve ser aplicada. Definindo assim o procedimento para concepção da proposta de solução.

4.2 Coleta de dados e Levantamento de Hipóteses

Na linha da metodologia Lean, visando satisfazer as necessidades de um cliente em específico (alunos do CTC), o grupo decidiu conversar diretamente com eles e extrair o melhor resultado possível. Dessa forma, foi elaborado um formulário e divulgado em grupos de whats para obter o máximo de respostas possível.

A partir da temática do problema proposto pelo grupo, o formulário visa cumprir 3 pontos: primeiramente, definir por meio de dados qual é a persona dos respondentes. Para isso são utilizadas perguntas sobre idade, gênero, curso do CTC e fase no curso. Em seguida, o formulário visa validar a hipótese de que realmente existe um desengajamento dos alunos com os cursos de engenharia e quais são as principais causas do desengajamento. E para finalizar, validar se as propostas de intervenção formuladas pelo grupo solucionam as causas raiz do problema.

Previamente a isso, o grupo optou por selecionar diferentes soluções e causas prévias relacionadas ao problema principal de desengajamento, essa seleção foi feita a partir de brainstorming e discussão nas reuniões CCQ durante as aulas e chamadas virtuais. Essa etapa foi fundamental para fazer um direcionamento das perguntas e opções para assinalar no desenvolvimento do formulário. Dentre as perguntas formuladas, tem-se:

“O quanto você acharia relevante ter tido um acompanhamento/direcionamento de carreira desde o ingresso no curso de engenharia?”

“Durante a sua graduação, o quanto você sente/sentiu falta de não ter um local que concentrasse todas as informações relevantes sobre oportunidades de desenvolvimento extracurricular?”

“Durante sua graduação, o quanto você sente/sentiu falta de um meio que possibilitasse networking entre alunos, ex-alunos e professores da engenharia?”

Uma vez que o formulário estava finalizado, o grupo prosseguiu para enviá-lo ao maior número de alunos da UFSC possível, para isso, fizemos a sua divulgação a partir dos meios de comunicação mais apropriados e de maior abrangência, como grupos de WhatsApp e o Fórum da graduação.

4.3 Análise de Dados e Validação das Hipóteses

Com os dados coletados pelo Google Forms, e as 68 respostas obtidas, os dados foram transportados para uma planilha no Sheets. Os dados foram utilizados para abastecer um dashboard criado no DataStudio (ferramenta de BI do Google).

Coleta de dados (Respostas)

Filtros: Editar Ver Import Formatar Dados Personalizar Exibir Mais Ajuda

31 Colunas de dados

ID	Curso de graduação	Universidade de origem	Matrícula	Curso de CTC	Ingresso no Curso de 1º ano	Sexo	Como está avaliando sua (Qual opinião e seguir a qual participação) - Curso de graduação
1	20221013 11 27 01	almeidafelipe@gmail.com	1620286	Engenharia Mecânica	16.3	21 Feminino	3 Possui contato com o time Equipe de Competição
2	20221013 11 28 06	karapaulousa@gmail.com	2010862	Engenharia de Materiais	17.1	21 Masculino	3 Possui contato com o time Equipe de Competição
3	20221013 11 28 38	gufelara@gmail.com	1610448	Engenharia Mecânica	16.1	21 Masculino	4 Curso desatualizado - Equipe não específica de
4	20221013 11 29 34	ccarvalhoaraujo@gmail.com	1620586	Engenharia de Materiais	16.2	23 Masculino	3 Curso desatualizado - Equipe de Competição
5	20221013 11 34 15	aguedarotoni@gmail.com	1720261	Engenharia Mecânica	17.2	23 Masculino	2 Possui contato com o time Equipe de Competição
6	20221013 11 35 01	vafelapereira@gmail.com	1610212	Engenharia Mecânica	16.1	22 Masculino	4 Possui contato com o time Laboratório - Equipe de
7	20221013 11 43 12	leoni.gilviera123@gmail.com	1610418	Engenharia de Materiais	16.1	21 Feminino	3 Possui contato com o time Equipe de Indústria - Equipe
8	20221013 11 43 28	afonso.vg@gmail.com	1620738	Engenharia de Materiais	17.1	23 Masculino	4 Curso desatualizado - Laboratório - Equipe não
9	20221013 11 43 58	joao17@hotmail.com	1610228	Engenharia Mecânica	16.1	21 Masculino	2 Possui contato com o time Equipe de Competição
10	20221013 11 43 18	gromanczare@gmail.com	1620710	Engenharia de Materiais	17.1	21 Masculino	1 Curso desatualizado - Equipe de Indústria - Equipe
11	20221013 11 43 26	rafaelcarvalho14@gmail.com	2010424	Engenharia Mecânica	20.1	23 Feminino	3 Possui contato com o time Equipe de Competição
12	20221013 11 43 40	luizcarlos@gmail.com	1610448	Engenharia Mecânica	16.1	26 Feminino	4 Curso desatualizado - Equipe de Competição
13	20221013 11 46 16	brunomgtech@gmail.com	2020144	Engenharia Mecânica	20.1	23 Masculino	3 Curso desatualizado - Equipe de Competição
14	20221013 11 50 04	gabrieloliveira1@hotmail.com	1710667	Engenharia Mecânica	17.1	23 Masculino	3 Possui contato com o time Laboratório - Equipe não
15	20221013 16 05 30	oliveira.vic@gmail.com	1620664	Engenharia de Materiais	16.2	23 Masculino	2 Possui contato com o time Laboratório - Equipe não
16	20221013 16 09 48	gabrieloliveira14@gmail.com	1610418	Engenharia Mecânica	16.1	23 Masculino	2 Possui contato com o time Laboratório - Equipe não
17	20221013 16 09 28	leoni.gilviera14@gmail.com	1610408	Engenharia Mecânica	16.2	21 Feminino	3 Curso desatualizado - Laboratório
18	20221013 16 03 17	gabrieloliveira14@gmail.com	1620738	Engenharia Mecânica	16.2	21 Masculino	5 Curso desatualizado - Equipe de Competição
19	20221013 16 44 16	gabrieloliveira14@gmail.com	2010414	Engenharia Mecânica	20.1	21 Masculino	3 Possui contato com o time Laboratório - Equipe de
20	20221013 16 47 41	gabrieloliveira14@gmail.com	1610212	Engenharia Mecânica	16.1	23 Masculino	2 Possui contato com o time Equipe de Competição
21	20221013 16 53 08	1610418@gmail.com	1610418	Engenharia de Materiais	16.2	26 Feminino	1 Curso desatualizado - Equipe de Indústria - Equipe
22	20221013 16 56 17	gabrieloliveira14@gmail.com	1620664	Engenharia Mecânica	16.2	23 Masculino	3 Curso desatualizado - Equipe de Competição
23	20221013 16 55 05	marcoscarvalho@gmail.com	1610448	Engenharia Mecânica	16.1	26 Feminino	4 Possui contato com o time Equipe de Competição

Figura 7 – Resultados do formulário Fonte: Autor

No intuito de análise e validação da persona foram estruturadas as seguintes relações:
Curso do CTC

68 respostas

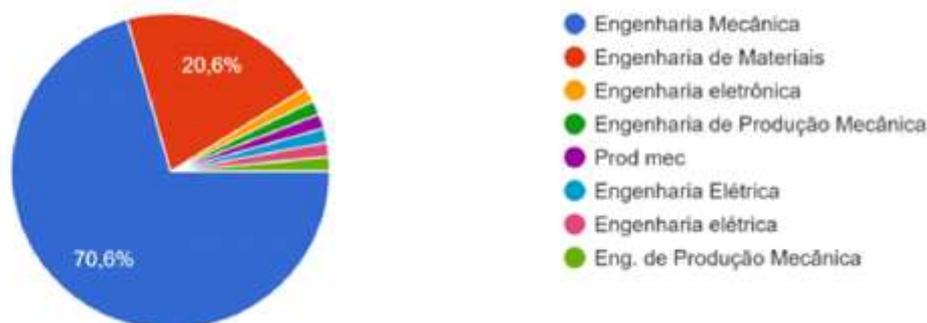


Figura 8 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Ingresso no Curso (ex: 17.1)

68 respostas

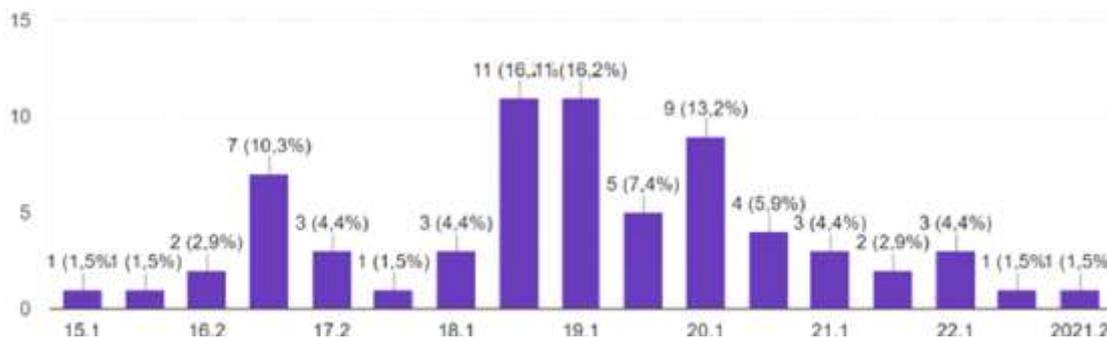


Figura 9 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Idade

68 respostas

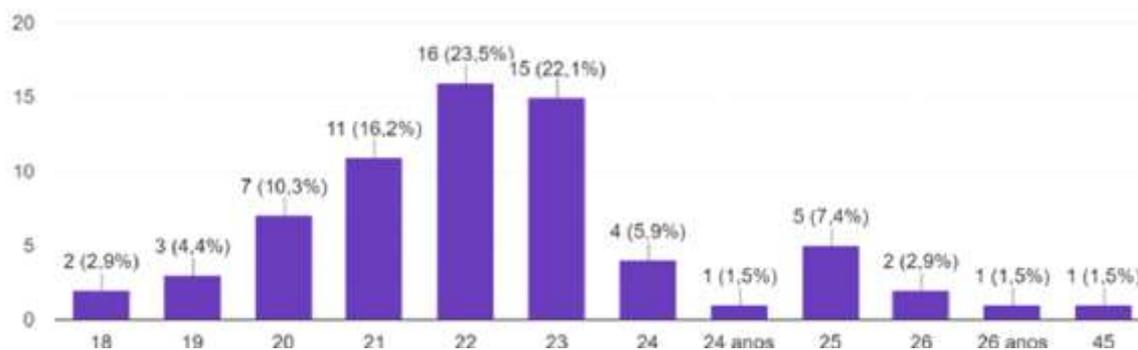


Figura 10 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Gênero

67 respostas

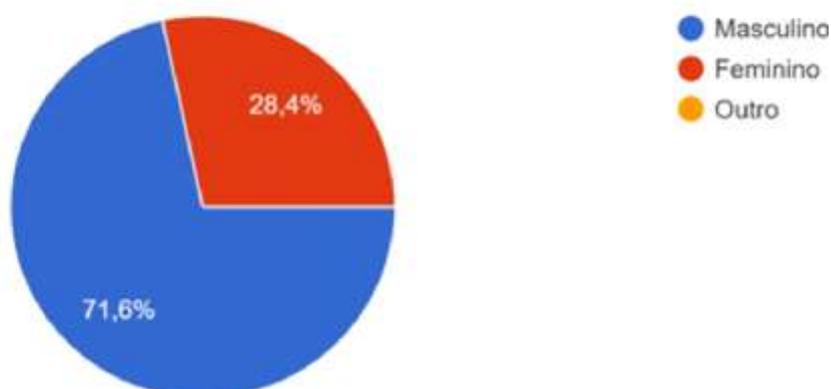


Figura 11 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

A partir dessas análises, é possível observar que a persona compreende as seguintes características: majoritariamente do sexo masculino; idade entre 18 e 26 anos; ingresso no curso de 17.1 em diante e grande parte dos cursos de engenharia mecânica e de materiais.

Em relação à validação do problema da falta de engajamento dos estudantes de engenharia no curso e suas possíveis causas, temos as seguintes relações:

O quanto você acharia relevante ter tido um acompanhamento/direcionamento de carreira desde o ingresso no curso de engenharia?

68 respostas

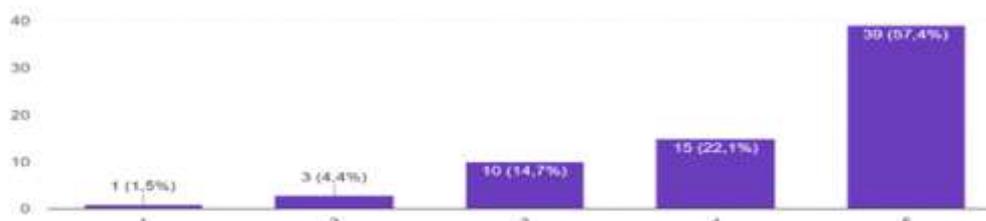


Figura 14 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Durante a sua graduação, o quanto você sente/sentiu falta de não ter um local que concentrasse todas as informações relevantes sobre oportunidades de desenvolvimento extra curricular?

68 respostas

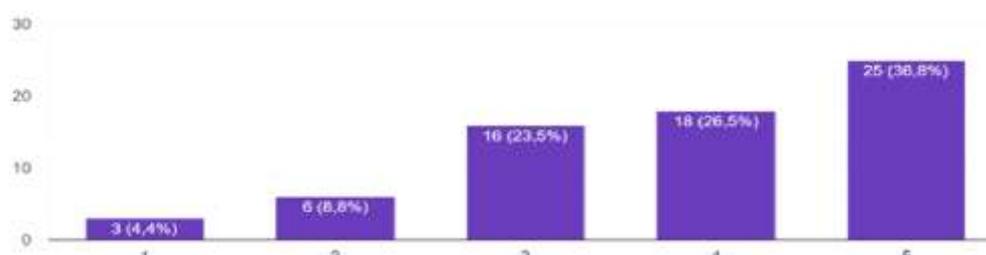


Figura 15 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Durante sua graduação, o quanto você sente/sentiu falta de um meio que possibilitasse networking entre alunos, ex alunos e professores da engenharia?

68 respostas

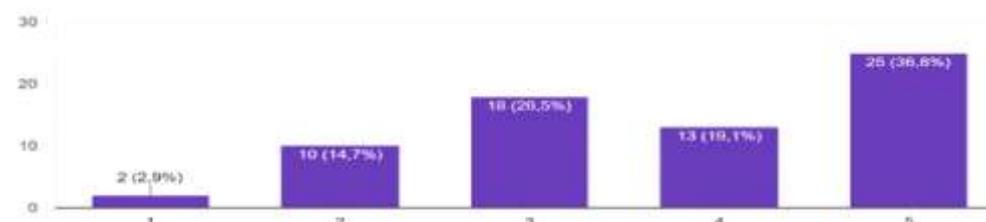


Figura 16 – Gráfico do formulário Fonte: Autor

Dentre as relações propostas, observa-se quase que uma unanimidade que existe um sentimento de falta de direcionamento de carreira para os alunos de engenharia desde o primeiro ano de graduação, e essa solução foi muito bem avaliada. Não tão unânime, mas com muita força ainda, a concentração de informações relevantes de oportunidades para estudantes de engenharia em apenas um lugar se mostrou uma necessidade evidente por parte dos alunos. E um pouco menos forte, mas com uma certa relevância, um canal de networking entre aluno, ex-alunos e professores de engenharia se mostrou também uma boa solução para o desengajamento dos alunos.

4.4 Proposta de Solução

Buscando encontrar caminhos para resolver as causas que levam ao desengajamento dos alunos de engenharia na universidade, fugiu-se das soluções convencionais para a resolução dos principais problemas encontrados, onde tentar-se-ia resolver cada um destes individualmente, buscando propostas de soluções que sanasse estes problemas de forma isolada e encontrando assim diversas propostas de soluções.

O objetivo então era obter um modo de agir diretamente e simultaneamente na falta de direcionamento de carreira para os alunos de engenharia, na ausência de concentração de informações relevantes de oportunidades para estes estudantes e na deficiência de um canal de networking entre alunos, ex-alunos e professores.

A equipe, através de brainstormings para debater-se uma proposta de solução que buscasse solucionar todos os problemas de forma conjunta e concomitante, obteve um insight que, em comum consenso, poderia solucionar todas estas causas. Trata-se da concepção e desenvolvimento de um aplicativo, voltado para os estudantes de engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, que serviria tanto de bússola para os novos alunos, guiando-os em suas novas vidas acadêmicas, como de âncora para os já veteranos, fazendo-os continuarem ativos durante toda jornada na universidade.

4.4.1 5W2H

Para estruturar a maneira de como se daria a concepção deste aplicativo, utilizou-se a metodologia 5W2H, com seu conjunto de questões empregadas para compor os futuros planos de ação de maneira rápida e eficiente.

Sendo uma das ferramentas de gestão mais eficientes que existem e uma das mais simples e fáceis de aplicar, o método 5W2H é um plano de ação qualificado, estruturado e prático, com estágios bem definidos. Trata-se de uma ferramenta de produtividade que consiste em um conjunto de sete diretrizes que ajudam na organização das tarefas, com o foco na melhoria contínua. A usabilidade dessa ferramenta de qualidade se deve ao fato de destrinchar diversos tipos de problema, facilitando as tomadas de decisão.

A sigla 5W2H origina-se nas iniciais destas sete perguntas que precisam de respostas ao fazer o uso da ferramenta:

- O que será feito? (What)
- Onde será feito? (Where)
- Quem fará? (Who)
- Quanto custará? (How Much)
- Por que será feito? (Why)
- Quando será feito? (When)
- Como será feito? (How)

Após a identificação correta destas respostas define-se um mapa de atividades que permite acompanhar todos os passos relativos a um projeto, de forma a tornar a execução muito mais efetiva, já que são perguntas objetivas e as suas respostas direcionam o projeto de forma muito assertiva.

Em suma, para a aplicação correta do método 5W2H, é necessário considerar previamente um plano estratégico de respostas para os problemas a resolver. Estas ações devem ser duradouras, objetivas e ponderadas, ou seja, devem conter várias abordagens para as diferentes situações analisadas, aumentando as opções e o alcance das ações. Como resultado, com mais clareza a respeito de como proceder e de qual o melhor caminho a percorrer para atingir um objetivo, vai deixar de desperdiçar uma quantidade significativa de tempo e recursos ao longo dos encontros do grupo.

Outro ponto importante deste método é a síntese das informações. Dessa forma, qualquer membro da equipe poderá consultar as respostas de cada uma das perguntas no momento que for necessário, tornando a comunicação mais ágil e confiável dentro dos círculos de controle de qualidade.

A estruturação do 5W2H dentro deste círculo de controle de qualidade está estabelecida para duas visões. A primeira diz respeito à concepção propriamente dita do aplicativo, com uma visão geral dos procedimentos para sua elaboração, respondendo as sete questões levantadas neste método. A segunda aborda as características intrínsecas e inerentes ao aplicativo, o qual possuiria meios de solucionar todas as três grandes causas anteriormente comentadas. As duas implementações 5W2H estão representadas nas tabelas a seguir.

A tabela que segue, é referente à concepção propriamente dita do aplicativo.

O que será feito? (<i>What</i>)	Por que será feito? (<i>Why</i>)	Onde será feito? (<i>Where</i>)	Quando será feito? (<i>When</i>)	Quem fará? (<i>Who</i>)
Concepção e desenvolvimento de um aplicativo	<p>Para direcionar as possibilidades de carreira para os estudantes de engenharia.</p> <p>Para concentrar informações relevantes dos cursos de engenharia.</p> <p>Para atuar como um canal de networking entre alunos, ex-alunos e professores.</p>	<p><i>Onde o aplicativo será concebido?</i> O aplicativo será desenvolvido dentro da UFSC</p> <p><i>Para quais plataformas o aplicativo será desenvolvido?</i> O aplicativo será desenvolvido para IOS e Android</p>	O projeto do aplicativo terá início após conseguir-se financiador(es), podendo ser desde um edital da universidade até um investimento particular.	O aplicativo deve ter dois principais grupos. Um de desenvolvedores podendo ser desde alunos da UFSC até pessoas contratadas por fora. Outro grupo composto por estudantes de diversas fases de engenharia e por ex-estudantes, no sentido deste grupo compartilhar as informações já adquiridas no curso.

Como será feito? (<i>How</i>)	Quanto custará? (<i>How Much</i>)
<i>Planejamento e Projeto Informacional</i>	A partir de pesquisas realizadas na internet, constatou-se que, em média, um aplicativo pode custar de 5 mil a 100 mil reais. Pretende-se desenvolver parte do aplicativo por estudantes, ou seja, trabalhando de maneira voluntária. Acreditamos que um investimento que viabilize o projeto deve ser algo na faixa dos 10 mil reais.
Definir seu objetivo : Definido a partir do PDCA, 5 porquês e Diagrama de Ishikawa; Definir o seu público-alvo: Estudantes de engenharia da UFSC; Fazer uma análise de mercado: Contactar a empresa júnior do curso para contratar esse serviço;	
<i>Projeto Conceitual</i>	
Fazer um esboço do seu aplicativo; Fazer as <i>wireframes</i> e sua <i>storyboard</i> ; Planejar o <i>back-end</i> ; Construir o aplicativo; Definir o <i>design</i> ;	
<i>Projeto Preliminar</i>	
Realizar os devidos testes;	
<i>Projeto Detalhado</i>	
Otimizações para a configuração final; Especificações finais e ajustes necessários;	
<i>Implementação</i>	
Lançamento do aplicativo.	

A tabela que segue, aborda as características intrínsecas e inerentes ao aplicativo, o qual possuiria meios de solucionar todas as três grandes causas anteriormente comentadas. Vale ainda ressaltar, que as seções *Where*, *When*, *Who* e *How much* são comuns para os três problemas elencados em *What*.

O que será feito? (What)	Por que será feito? (Why)	Onde será feito? (Where)	Quando será feito? (When)	Quem fará? (Who)
1. Página dentro do aplicativo para direcionar as possibilidades de carreira para os estudantes de engenharia	Pois atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, os estudantes não sabem ao certo quais são as possibilidades de plano de carreira que podem trilhar na engenharia. Por isso, não sabem o que buscam desenvolver de maneira extracurricular durante a graduação, ficando apenas imersos nas disciplinas do curso.	Onde estas interfaces dentro do aplicativo serão concebidas? As interfaces do aplicativo serão feitas dentro da UFSC.	O projeto do aplicativo terá início após conseguir-se financiador (es), podendo ser desde um edital da universidade até um investimento particular.	O aplicativo deve ter dois principais grupos. Um de desenvolvedores, podendo ser desde alunos da UFSC até pessoas contratadas por fora. Outro grupo composto por estudantes de diversas fases de engenharia e por ex-estudantes, no sentido deste grupo compartilhar as informações relevantes já adquiridas no curso.
2. Página dentro do aplicativo para concentrar informações relevantes dos cursos de engenharia	Pois atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, algumas informações sobre a carreira de engenheiro não são divulgadas ou são de difícil acesso ao estudante.			
3. Página dentro do aplicativo para atuar como um canal de networking entre alunos, ex-alunos e professores	Pois atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, os estudantes gostariam de possuir mais contato com ex-alunos, alunos de fases mais avançadas e até de professores (de maneira informal), para entender como foi sua passagem pela universidade e quais desafios enfrentou.			Para manter as interfaces do aplicativo atualizadas, será composto um grupo com rotatividade anual, para manter as páginas do aplicativo atualizadas.

Como será feito? (<i>How</i>)	Quanto custará? (<i>How Much</i>)
1	A manutenibilidade do aplicativo deve ser feita pela equipe de universitários inserida no projeto, portanto não haverá custos.
Será desenvolvida uma interface interativa em formato de fluxograma, onde o usuário vai selecionando as áreas de interesse e o aplicativo vai mostrando quais são as possibilidades de caminho na engenharia a partir dos interesses do usuário.	
2	
Interface conectada diretamente com os canais de comunicação da UFSC e do EMC, com isso qualquer notícia compartilhada por lá, seria transmitida pelo aplicativo.	
3	
Fórum de perguntas e respostas, com a possibilidade de serem organizadas <i>lives</i> no aplicativo.	

4.4.2 Solução para os problemas

A partir da ideia de desenvolvimento de um aplicativo voltado para os estudantes de engenharia da UFSC, direcionou-se as atenções à resolução dos três problemas principais causadores do desengajamento oriundo dos alunos.

Para a elaboração deste aplicativo, estipulou-se sua concepção a partir do Modelo PRODIP de metodologia de projeto, onde inicia-se pelo planejamento e o projeto informacional, cujo objetivo é o estabelecimento das especificações de projeto, as quais irão orientar o desenvolvimento técnico do aplicativo. Em seguida, o projeto conceitual, onde a busca de soluções para o problema é realizada, sendo desenvolvido o aplicativo, seguido pelo projeto preliminar, onde todos os testes intrínsecos à sua programação são realizados, sendo finalizado pelo projeto detalhado, onde os detalhes da solução otimizada são configurados. Por último, a fase de implementação entraria em operação, com o lançamento do aplicativo no mercado, à disposição dos estudantes da universidade.

Com a concepção do aplicativo em mãos, partiu-se para a resolução individual de cada uma das causas raízes.

4.4.2.1 Direcionamento de carreira para os alunos de engenharia

Para solucionar o problema da falta de direcionamento de carreira para os alunos de engenharia, fazendo uso do aplicativo. Será criada uma página dentro do app para direcionar as possibilidades de carreira para os estudantes de engenharia. Com isso espera-se resolver o problema de que atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, os estudantes não sabem ao certo quais são as possibilidades de plano de carreira que podem trilhar na engenharia. Por isso, não sabem o que buscar para desenvolver de maneira extracurricular durante a graduação, ficando apenas imersos nas disciplinas do curso. Para solucionar este problema será desenvolvida uma interface interativa em formato de fluxograma, onde o usuário vai selecionando as áreas de interesse e o aplicativo vai mostrando quais são as possibilidades de caminho na engenharia a partir dos interesses do usuário.

4.4.2.2 Concentração de informações relevantes de oportunidades para estudantes de engenharia

Para solucionar o problema da descentralização de informações relevantes de oportunidade para estudantes de engenharia, fazendo o uso do aplicativo. Será criada uma página dentro do aplicativo para concentrar informações relevantes dos cursos de engenharia. Com isso espera-se resolver o problema de que atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, algumas informações sobre a carreira de engenheiro não são divulgadas ou são de difícil acesso ao estudante. Para solucionar este problema será desenvolvida uma interface conectada diretamente com os canais de comunicação da UFSC e do EMC, com isso qualquer notícia compartilhada por lá, seria transmitida pelo aplicativo.

4.4.2.3 Networking entre alunos, ex-alunos e professores de engenharia

Para solucionar a falta de um canal de networking entre alunos, ex-alunos e professores de engenharia, fazendo uso do aplicativo. Será criada uma página para atuar como um canal de networking entre alunos, ex-alunos e professores de maneira descontraída e informal. Com isso espera-se resolver o problema de que atualmente, de acordo com a pesquisa realizada pelo grupo, os estudantes gostariam de possuir mais contato com ex-alunos, alunos de fases mais avançadas e até de professores a partir de conversas informais, para entender como foi sua passagem pela universidade e quais desafios enfrentou. Para solucionar este problema será desenvolvido um fórum de perguntas e respostas, dentro do aplicativo, que possibilitará a interação entre os usuários, também será feito um espaço para serem organizadas lives no aplicativo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das ferramentas da qualidade, como os 5 porquês, o diagrama de Ishikawa, uso de ciclos PDCA e o método 5W2H, tornam-se relevantes, pois atuam como suporte ao planejamento, identificação e resolução de problemas. Possibilitam tornar a solução menos complexa, porém com grau elevado de eficácia. O uso correto destas ferramentas propicia o entendimento e o conhecimento dos processos voltados aos sistemas de qualidade, proporcionando uma melhor gestão deles. Desta forma, com este estudo tornou-se possível desenvolver a utilização das principais ferramentas da qualidade, bem como a abstração dos conhecimentos ligados aos círculos de controle de qualidade.

Em relação aos desenvolvimentos obtidos, em âmbito grupal, pode-se destacar a valorização do sentimento de equipe, que gerou maior integração aproximando as relações entre os membros, desenvolvendo também o sentimento de responsabilidade coletiva. No âmbito individual, o presente trabalho desenvolveu o crescimento pessoal de cada um dos membros do círculo, promovendo condições para uma participação ativa e consciente durante as semanas de trabalho em equipe.

Por fim, em relação ao projeto de solução proposto, julga-se que o mesmo, por passar por todas as principais metodologias ensinadas em sala, teve um desenvolvimento completo. No qual, a partir da elucidação das causas raiz, criou-se um formulário de validação destas causas e com as respostas deste formulário foi possível criar um princípio de solução que abrangesse os três principais problemas, sendo ele o aplicativo. Fazendo o uso da metodologia 5W2H, o app foi planejado de forma a garantir que os problemas fossem resolvidos. Com isso, chegou-se a um resultado final que satisfaz o objetivo do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPOS, F. A. L. Uma investigação sobre a solução de problemas a partir da experiência do CCQ: análise da teoria e prática (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

2. Gargioni, Sergio. Notas de aula, disciplina EMC 6279, Projeto de Sistemas da Qualidade, 2022
3. Planos de ação 5W2H: Conceitos, Criação e Exemplos. BCN Treinamentos. Disponível em:
<https://blog.bcntreinamentos.com.br/plano-de-acao-5w2h-conceito-criacao-e-exemplos/> – Acesso em 07/12/2022
4. Modelo PRODIP. NEDIP, Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos. Disponível em: <https://nedip.ufsc.br/sessao/modelo-prodip-1> – Acesso em 07/12/2022
5. 5W2H: O que é, quando aplicar e como conseguir boas respostas. Qalyteam, 2021. Disponível em: <https://qalyteam.com/pb/blog/5w2h/> – Acesso em 07/12/2022