



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DOUTORADO EM ENSINO DE ENGENHARIA
REDE NORDESTE DE ENSINO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ**

ANDERSON DE CASTRO LIMA

**PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE NA ENGENHARIA À LUZ DO ENSINO
ÁGIL E DA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI**

FORTALEZA

2025

ANDERSON DE CASTRO LIMA

PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE NA ENGENHARIA À LUZ DO ENSINO ÁGIL
E DA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino – RENOEN polo IFCE, como requisito à obtenção do título de doutor em ensino. Linha 3 – Ensino tecnológico: práticas e construções curriculares.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Cesar Silveira Jucá.

Coorientador: Prof. Dr. Solonildo Almeida da Silva

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L732p Lima, Anderson de Castro.
 Proposta de formação docente na Engenharia à luz do ensino ágil e da educação empreendedora para o desenvolvimento de competências do século XXI / Anderson de Castro Lima. - 2025.
 366 f. : il. color.
- Tese (doutorado) - Instituto Federal do Ceará, Doutorado Acadêmico em Ensino (Renoen), Campus Fortaleza, 2025.
 Orientação: Prof. Dr. Sandro Cesar Silveira Jucá.
 Coorientação: Prof. Dr. Solonildo Almeida da Silva.
1. Ensino de Engenharia. 2. Ensino ágil. 3. Educação empreendedora. 4. Formação docente. 5. Competências do século XXI. I. Título.
-

ANDERSON DE CASTRO LIMA

PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE NA ENGENHARIA À LUZ DO ENSINO ÁGIL
E DA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI

Tese de doutorado apresentado ao Programa de
Pós-graduação em Ensino – RENOEN polo
IFCE, como requisito à obtenção do título de
doutor em ensino.

Aprovada em: 03 / 12 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sandro César Silveira Jucá (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Auzuir Ripardo de Alexandria (Examinador Interno)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof.^a Dr.^a Maria Jose Costa dos Santos (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Cristiane Borges Braga (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Francisco Kelsen de Oliveira (Examinador Externo)
Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE)

Dedico esta tese a minha amada esposa Wlândia
Valéria Ferreira da Silva Lima, aos meus filhos
Arthur Ferreira Lima e André Ferreira Lima
com todo o meu amor e alegria de viver!

AGRADECIMENTOS

À luz de Paulo Freire, que nos lembra que “ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando”, reconheço que esta tese é resultado de muitos passos dados em diálogo, escuta e companheirismo. Agradeço, em primeiro lugar, ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), por ser espaço de formação, de prática e de resistência, e por ter possibilitado, com sua estrutura e desafios, a construção da inquietação que deu origem a esta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Sandro Jucá, pela escuta generosa, pelas provocações consistentes e confiança na autonomia do meu percurso investigativo.

Aos docentes e gestores dos cursos de Engenharia que participaram desta pesquisa, agradeço pela disponibilidade, compartilhamento de experiências e coragem de pensar coletivamente novos caminhos para a formação em engenharia.

Aos colegas do doutorado e do grupo de pesquisa, pelo apoio, leituras críticas e diálogos que ampliaram minha compreensão da prática educativa e da pesquisa em Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

Aos membros da banca de qualificação e defesa que com seus apontamentos contribuíram para o aperfeiçoamento desta tese.

À minha família, pela presença incondicional, paciência nos momentos de ausência e incentivo silencioso e constante.

Aos amigos que permaneceram por perto, mesmo nos períodos de imersão, meu agradecimento afetuoso.

Por fim, dedico esta tese a todos os educadores e educadoras que, mesmo em meio às contradições do cotidiano escolar, escolhem a formação humana como ato de esperança ativa e prática transformadora.

RESUMO

Esta tese investiga como o ensino de engenharia pode integrar princípios do ensino ágil e da educação empreendedora à formação docente, de modo a favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, em cursos da Rede Federal. Parte-se da constatação de uma lacuna entre as competências críticas, colaborativas e socioemocionais, demandadas por documentos normativos e pelo mundo do trabalho, e aquelas efetivamente desenvolvidas nos currículos e práticas vigentes, especialmente no contexto da curricularização da extensão. O objetivo geral é compreender em que medida a articulação entre metodologias ágeis e educação empreendedora, mediada pela formação docente, pode contribuir para o desenvolvimento dessas competências no ensino de engenharia. Adotou-se uma abordagem qualitativa, com suporte quantitativo, no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), focalizando cursos de Engenharia do *campus* Maracanaú do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). A metodologia combinou revisões sistemáticas da literatura, análise de Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e Projetos Pedagógicos de Curso (PPC), questionários com estudantes, entrevistas e escuta qualificada com gestores e docentes, grupo focal e oficinas pedagógicas, organizadas em três eixos: leitura crítica do currículo prescrito, escuta institucional e proposição de dispositivos formativos. Como principais produtos, a pesquisa gerou uma trilha formativa interdisciplinar, um curso MOOC (Gestão de Projetos Educacionais Inovadores – GPEI) e sequências didáticas baseadas na adaptação do *Scrum* ao contexto educacional. Os resultados evidenciaram fragmentação curricular, ausência de espaços sistematizados de formação docente e baixa integração entre competências técnicas e transversais, ao mesmo tempo em que revelaram forte interesse discente por experiências empreendedoras e extensionistas quando há apoio institucional e mediação pedagógica consistente. As análises indicaram que a articulação entre ensino ágil e educação empreendedora, operacionalizada por meio da trilha formativa, do MOOC GPEI e das sequências didáticas, constitui caminho viável para o desenvolvimento de competências colaborativas, comunicativas e de resolução de problemas, aproximando currículo, extensão e realidade dos territórios. A tese sustenta ainda que a formação docente é vetor estruturante dessa transformação e propõe um modelo de formação que contribui para orientar processos de reorganização curricular e de curricularização da extensão na engenharia, alinhado à concepção omnilateral de formação humana e às demandas contemporâneas do trabalho, da ciência e da sociedade.

Palavras-chave: Ensino de Engenharia. Ensino ágil. Educação empreendedora. Formação docente. Competências do século XXI. Educação Profissional e Tecnológica.

ABSTRACT

This thesis investigates how engineering education can integrate principles of agile learning and entrepreneurial education into teacher training, in order to foster the development of essential 21st-century skills in courses offered by the Federal Network. It begins with the observation of a gap between the critical, collaborative, and socio-emotional skills demanded by regulatory documents and the world of work, and those effectively developed in current curricula and practices, especially in the context of the curricularization of extension activities. The overall objective is to understand to what extent the articulation between agile methodologies and entrepreneurial education, mediated by teacher training, can contribute to the development of these competencies in engineering education. A qualitative approach, with quantitative support, was adopted within the scope of Professional and Technological Education (PTE), focusing on engineering courses at the Maracanaú campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE). The methodology combined systematic literature reviews, analysis of National Curriculum Guidelines (NCG) and Course Pedagogical Projects, questionnaires with students, interviews and qualified listening with managers and teachers, focus groups, and pedagogical workshops, organized into three axes: critical reading of the prescribed curriculum, institutional listening, and proposition of formative devices. As main products, the research generated an interdisciplinary formative path, a MOOC course (Management of Innovative Educational Projects – GPEI), and didactic sequences based on the adaptation of Scrum to the educational context. The results highlighted curricular fragmentation, a lack of systematized spaces for teacher training, and low integration between technical and transversal competencies, while also revealing strong student interest in entrepreneurial and extension experiences when there is institutional support and consistent pedagogical mediation. The analyses indicated that the articulation between agile teaching and entrepreneurial education, operationalized through the training path, the GPEI MOOC, and the didactic sequences, constitutes a viable path for the development of collaborative, communicative, and problem-solving skills, bringing curriculum, extension, and the reality of the territories closer together. The thesis also argues that teacher training is a structuring vector of this transformation and proposes a training model that contributes to guiding processes of curricular reorganization and curricularization of extension in engineering, aligned with the omnilateral conception of human formation and the contemporary demands of work, science, and society.

Keywords: Engineering Education. Agile teaching. Entrepreneurial education. Teacher training. 21st-century skills. Professional and Technological Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Banner MOVEIT.....	36
Figura 2 – Jornada GPN	37
Figura 3 – Hierarquia entre competências do século XXI, competências socioemocionais e <i>soft skills</i>	50
Figura 4 – Estrutura da ABP	63
Figura 5 – Fluxo de trabalho adaptado do <i>Scrum</i> para educação	65
Figura 6 – Fluxograma do processo de identificação e filtragem/seleção dos artigos	97
Figura 7 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos artigos analisados....	101
Figura 8 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem dos artigos.....	112
Figura 9 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos trabalhos analisados	116
Figura 10 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem/seleção das teses e dissertações em análise	130
Figura 11 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos trabalhos em análise	132
Figura 12 – Jornada GPEI	147
Figura 13 – Estrutura geral de uma sequência didática adaptada ao <i>Scrum</i> educacional.....	257
Figura 14 – Sequência didática com uso do <i>Scrum</i> na construção de uma cidade.....	167
Figura 15 – Exemplo de cidade construída com blocos de montagem	270
Figura 16 – Técnica MoSCoW para priorização de tarefas.....	273

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos participantes por Sexo, Tipo de Ensino Médio e Curso de Graduação	201
Tabela 2 – Contato com empreendedorismo e disciplinas relacionadas	203
Tabela 3 – Distribuição do grau de concordância em relação ao desenvolvimento de competências acadêmicas e profissionais.....	204
Tabela 4 – Grau de concordância sobre o currículo e questões relacionadas ao empreendedorismo	206
Tabela 5 – Grau de concordância dos estudantes sobre a integração de metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia	208
Tabela 6 – Valores de KMO por item	209
Tabela 7 – Variância explicada pelos fatores	219
Tabela 8 – Cargas fatoriais dos itens na Análise Fatorial no primeiro fator	211
Tabela 9 – Discriminação dos itens do modelo	212
Tabela 10 – Grau de valorização das competências dos respondentes estimados pela TRI ..	214
Tabela 11 – Valorização das competências em relação às características dos respondentes	216
Tabela 12 – Caracterização dos participantes.....	218
Tabela 13 – Formação, publicações e experiências docentes relacionadas às <i>soft skills</i> e competências para o século XXI	219
Tabela 14 – Competências do século XXI e aprendizagem	220
Tabela 15 – Empreendedorismo e participação estudantil	222
Tabela 16 – Metodologias ágeis e curricularização da extensão	223
Tabela 17 – Aceitação dos alunos	251
Tabela 18 – Concordância dos docentes com elementos da trilha	252
Tabela 19 – Médias por dimensão (escala 0-3)	263

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histograma da idade dos respondentes	202
Gráfico 2 – Distribuição das frequências relativas e acumuladas dos respondentes por semestre	203
Gráfico 3 – Meios de contato com empreendedorismo no Ensino Médio	204
Gráfico 4 – Grau de concordância em relação ao desenvolvimento de competências acadêmicas e profissionais	205
Gráfico 5 – Grau de concordância sobre o currículo e questões relacionadas ao empreendedorismo	207
Gráfico 6 – Grau de concordância dos estudantes sobre a integração de metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia	209
Gráfico 7 – Explicação da variância pelos fatores	210
Gráfico 8 – Curva característica do item 12	213
Gráfico 9 – Curva característica do item 3	213
Gráfico 10 – Histograma do grau de valorização das competências	215
Gráfico 11 – Área de conhecimento de maior formação	219
Gráfico 12 – Médias de concordância dos docentes por bloco temático	224
Gráfico 13 – Concordância dos docentes com a proposta de disciplinas inovadoras	225

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos resultados da disciplina GPN	38
Quadro 2 – Resumo dos resultados do Projeto <i>Startup</i> IFCE (2016-2021)	39
Quadro 3 – Síntese: relação entre resultados do Projeto <i>Startup</i> IFCE e objetivos da tese ...	41
Quadro 4 – Resumo das estratégias	79
Quadro 5 – Artigos selecionado na revisão	98
Quadro 6 – Relação de <i>clusters</i> por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais	102
Quadro 7 – Artigos selecionados na revisão	113
Quadro 8 – Relação de <i>clusters</i> por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais	118
Quadro 9 – Artigos selecionado na revisão	131
Quadro 10 – Relação de <i>clusters</i> por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais	134
Quadro 11 – Etapa de codificação	145
Quadro 12 – Representação do mapeamento temático.....	147
Quadro 13 – Consolidação dos temas.....	148
Quadro 14 – PPCs dos cursos de engenharia do IFCE analisados na pesquisa	157
Quadro 15 – Processo de codificação.....	159
Quadro 16 – Consolidação dos temas.....	159
Quadro 17 – Perfil dos participantes da escuta qualificada.....	178
Quadro 18 – Codificação inicial.....	179
Quadro 19 – Temas potenciais	179
Quadro 20 – Codificação inicial.....	234
Quadro 21 – Temas consolidados.....	235
Quadro 22 – Resumo analítico	235

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATC21S	<i>Assessment and Teaching of 21st Century Skills</i> (Avaliação e Ensino das Competências do Século XXI)
ATR	Análise Temática Reflexiva
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONSUP	Conselho Superior
CP	Câmara de Educação Profissional
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
GEL	<i>Gordon-MIT Engineering Leadership Program</i> (Programa Gordon-MIT de Liderança em Engenharia)
GPEI	Gestão de Projetos Educacionais Inovadores
GPN	Gestão de Projetos e Negócios
IES	Instituições de Ensino Superior
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IFES	Instituto Federal do Espírito Santo
IFFar	Instituto Federal Farroupilha
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i> (Curso Online Aberto e Massivo)
MoSCoW	<i>Must Have</i> (deve ter), <i>Should Have</i> (deveria ter), <i>Could Have</i> (poderia ter) e <i>Won't Have</i> (não terá)
MOVEIT	Movimento de Empreendedorismo e Inovação Tecnológica
PBL	<i>Problem-Based Learning</i> (Aprendizagem Baseada em Projetos)

PICO	População, Intervenção, Comparação e Desfecho
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
RSL	Revisão Sistemática da Literatura (<i>Systematic Literature Review</i>)
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECITECE	Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará
SIC	Semana de Integração Científica
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termos de Consentimento Livre e Esclarecido
TRI	Teoria da Resposta ao Item
UFABC	Universidade Federal do ABC

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
1.1	Contextualização da pesquisa.....	24
1.2	Justificativa e origem da pesquisa.....	27
1.3	Problema de pesquisa.....	28
1.4	Hipótese e tese da pesquisa	29
1.5	Objetivo geral e objetivos específicos	30
1.6	Estrutura da tese.....	31
1.7	Justificativa do foco na formação docente	32
2	A EXPERIÊNCIA PRELIMINAR: PROJETO <i>STARTUP</i> IFCE COMO GATILHO INVESTIGATIVO	34
2.1	Histórico e fundamentos da proposta	34
2.2	Metodologias e estratégias de atuação	35
2.3	Resultados alcançados e impactos institucionais	38
2.4	Limitações e potencial de aprofundamento	40
2.5	Conexões com os objetivos da tese	40
3	REFERENCIAL TEÓRICO INTEGRADO: ENSINO DE ENGENHARIA, COMPETÊNCIAS, EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E METODOLOGIAS ÁGEIS.....	42
3.1	Ensino de Engenharia: transformações e desafios para o século XXI.....	43
3.2	Competências para o século XXI: dimensões socioemocionais e <i>soft skills</i>	45
3.2.1	<i>Competências para o século XXI</i>	46
3.2.2	<i>Competências socioemocionais</i>	47
3.2.3	<i>Soft skills</i>	48
3.2.4	<i>Relação entre competências do século XXI, competências socioemocionais e soft skills.....</i>	49
3.2.5	<i>Importância para a formação de engenheiros</i>	50
3.3	Educação empreendedora na formação de engenheiros.....	51
3.3.1	<i>Concepções de educação empreendedora</i>.....	53
3.3.2	<i>Educação empreendedora na Educação Profissional e Tecnológica.....</i>	54
3.3.3	<i>Educação empreendedora no ensino de Engenharia</i>	55
3.3.4	<i>Ecossistemas de inovação e a formação do engenheiro</i>	56
3.3.5	<i>Desafios e perspectivas</i>	57

3.4	Ensino ágil e metodologias ativas na educação de Engenharia	58
3.4.1	<i>Ensino ágil: conceitos e fundamentos</i>	59
3.4.2	<i>Manifesto para o ensino e aprendizagem ágil</i>	60
3.4.3	<i>Pedagogia extrema: aprendizagem ágil nas engenharias</i>	61
3.4.4	<i>Aprendizagem Baseada em Projetos</i>	62
3.4.5	<i>A metodologia ágil Scrum no ensino</i>	64
3.4.6	<i>Curricularização da extensão na Engenharia</i>	66
3.5	Integração teórica: ensino ágil, educação empreendedora e desenvolvimento de competências	68
3.5.1	<i>Ensino ágil como base metodológica transformadora</i>	68
3.5.2	<i>Educação empreendedora como formação para a ação transformadora</i>	69
3.5.3	<i>Desenvolvimento de competências como síntese pedagógica</i>	69
3.5.4	<i>Alinhamento com os fundamentos da Educação Profissional e Tecnológica</i>	70
3.5.5	<i>Princípios integradores da proposta</i>	70
3.6	Benchmarking internacional e experiências institucionais: subsídios para a inovação curricular na Engenharia	71
3.6.1	<i>TU Delft (Holanda): integração com os ODS e projetos de impacto social</i>	71
3.6.2	<i>MIT (EUA): formação de lideranças para problemas complexos</i>	72
3.6.3	<i>Olin College (EUA): currículo cocriado com discentes e comunidade</i>	73
3.6.4	<i>Crandall University (Canadá): ensino ágil e inclusão cultural</i>	75
3.6.5	<i>IFES (Brasil): extensão e formação omnilateral</i>	76
3.6.6	<i>UFABC (Brasil): currículos interdisciplinares e trajetórias flexíveis</i>	77
3.6.7	<i>Síntese analítica e propostas adaptativas</i>	78
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E CAMINHOS DA PESQUISA	81
4.1	Paradigma da pesquisa e fundamentos metodológicos	81
4.2	Abordagem qualitativa e triangulação dos dados	82
4.3	Técnicas e instrumentos de coleta: questionários, entrevistas e grupo focal	84
4.4	Etapas de investigação e os três eixos metodológicos	85
4.5	Procedimentos éticos	87
4.6	Organização dos dados e validação interna	88
4.7	Considerações sobre os limites e potencialidades do método	90
5	DIAGNÓSTICO CURRICULAR DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA	92
5.1	Diagnóstico por revisões sistemáticas da literatura	92

5.1.1	<i>Protocolo metodológico das revisões sistemáticas da literatura</i>	93
5.1.1.1	<i>Bases de dados e ferramentas utilizadas nas três revisões sistemáticas da literatura</i>	93
5.1.2	<i>Competências essenciais do século XXI na formação de engenheiros: uma revisão sistemática</i>	94
5.1.2.1	<i>Protocolo metodológico</i>	95
5.1.2.1.1	Critérios de inclusão e exclusão	95
5.1.2.1.2	Exemplo de exclusão de artigos	96
5.1.2.2	<i>Resultados e discussão</i>	96
5.1.2.2.1	Resultados gerais	96
5.1.2.2.2	<i>Cluster Vermelho: educação e mercado de trabalho</i>	103
5.1.2.2.3	<i>Cluster Azul: educação em Engenharia e soft skills</i>	104
5.1.2.2.4	<i>Cluster Verde: emprego e transição ao mercado</i>	105
5.1.2.2.5	<i>Cluster Amarelo: pensamento crítico e graduação técnica</i>	106
5.1.2.2.6	Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados	107
5.1.2.3	<i>Considerações finais da RSL sobre competências para o século XXI</i>	108
5.1.3	<i>Educação empreendedora e habilidades do século XXI na Engenharia: uma revisão sistemática</i>	109
5.1.3.1	<i>Protocolo metodológico</i>	110
5.1.3.1.1	Critérios de inclusão e exclusão	111
5.1.3.1.2	Exemplo de exclusão de artigos	111
5.1.3.2	<i>Resultados e discussão</i>	111
5.1.3.2.1	Resultados gerais	112
5.1.3.2.2	<i>Cluster Vermelho: inovação e empreendedorismo</i>	119
5.1.3.2.3	<i>Cluster Verde: educação e recursos humanos</i>	120
5.1.3.2.4	<i>Cluster Azul: habilidades do século XXI e setores específicos</i>	121
5.1.3.2.5	Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados	123
5.1.3.3	<i>Considerações finais da RSL sobre educação empreendedora</i>	124
5.1.4	<i>Ensino ágil na Engenharia: uma revisão sobre a expansão do uso de métodos ágeis como o Scrum para o desenvolvimento de competências do século XXI</i>	126
5.1.4.1	<i>Protocolo metodológico</i>	128
5.1.4.1.1	Exemplo de exclusão de artigos	129
5.1.4.2	<i>Resultados e discussão</i>	129
5.1.4.2.1	Resultados gerais	130

5.1.4.2.2	<i>Cluster Vermelho: competências e trabalho em equipe</i>	134
5.1.4.2.3	<i>Cluster Amarelo: métodos ágeis na educação</i>	136
5.1.4.2.4	<i>Cluster Azul: metodologias educacionais</i>	137
5.1.4.2.5	<i>Cluster Verde: estratégias de ensino e aprendizagem</i>	138
5.1.4.2.6	<i>Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados</i>	139
5.1.4.3	<i>Conclusões da RSL sobre uso de métodos ágeis no ensino</i>	140
5.1.5	<i>Síntese integrada das revisões sistemáticas da literatura</i>	140
5.2	Análise Temática Reflexiva das DCN e do PPC dos cursos de Engenharia	142
5.2.1	<i>Procedimentos da Análise Temática Reflexiva</i>	142
5.2.2	<i>Diretrizes Curriculares Nacionais e Documento Norteador das Engenharias</i>	143
5.2.2.1	<i>Familiarização com os dados</i>	144
5.2.2.2	<i>Codificação inicial dos dados</i>	144
5.2.2.3	<i>Busca por temas</i>	146
5.2.2.4	<i>Revisão e consolidação dos temas</i>	147
5.2.2.5	<i>Definição e nomeação dos temas</i>	148
5.2.2.6	<i>Formação por competências como eixo estruturante</i>	149
5.2.2.7	<i>Curricularização da extensão e compromisso com o território</i>	151
5.2.2.8	<i>Inovação pedagógica e interdisciplinaridade como desafios curriculares</i>	152
5.2.2.9	<i>Formação docente como elemento estratégico</i>	153
5.2.2.10	<i>Ambivalências, lacunas e contradições normativas</i>	155
5.2.2.11	<i>Considerações finais sobre a ATR das DCN e Documento Norteador</i>	156
5.2.3	<i>Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia do IFCE</i>	157
5.2.3.1	<i>Familiarização com os dados dos PPCs</i>	158
5.2.3.2	<i>Definição e nomeação dos temas nos PPCs</i>	160
5.2.3.3	<i>Metodologias ativas e protagonismo estudantil</i>	162
5.2.3.4	<i>Educação empreendedora no currículo</i>	163
5.2.3.5	<i>Inovação tecnológica e práticas integradoras</i>	165
5.2.3.6	<i>Articulação entre ensino, pesquisa e extensão</i>	167
5.2.3.7	<i>Organização curricular e jornada acadêmica do estudante</i>	169
5.2.3.8	<i>Formação docente e cultura pedagógica institucional</i>	171
5.2.3.9	<i>Considerações finais da ATR sobre os Projetos Pedagógicos dos Cursos</i>	173
5.2.4	<i>Discussão dos resultados: diagnóstico curricular e análise documental</i>	173
5.2.4.1	<i>Discussão a partir da literatura</i>	174
5.2.4.2	<i>Como a proposta da tese responde aos desafios encontrados</i>	175

5.3	Percepções de coordenadores e gestores sobre a formação atual	176
5.3.1	<i>Contexto da escuta e codificação dos participantes</i>	177
5.3.2	<i>Temas emergentes da análise das entrevistas.....</i>	178
5.3.2.1	<i>Fundamentação dos temas emergentes (5ª etapa)</i>	180
5.3.2.2	<i>Formação por competências e aprendizagem interdisciplinar.....</i>	182
5.3.2.3	<i>Inovação, ensino ágil e resistência docente</i>	183
5.3.2.4	<i>Curricularização da extensão e territorialização do currículo</i>	184
5.3.2.5	<i>Formação docente e cultura institucional.....</i>	186
5.3.2.6	<i>Considerações finais sobre as entrevistas com os gestores</i>	187
5.4	Conexões entre teoria, currículo e realidade institucional	188
5.4.1	<i>Pressupostos da triangulação e fundamentos teórico-metodológicos</i>	189
5.4.2	<i>Convergências entre os três níveis de análise.....</i>	191
5.4.3	<i>Contradições e lacunas institucionais</i>	192
5.4.4	<i>Pistas emergentes para inovação curricular integrada.....</i>	194
5.5	Implicações para a proposta de intervenção pedagógica.....	196
6	PERCEPÇÕES QUANTITATIVAS SOBRE COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI, EXTENSÃO E INOVAÇÃO NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO IFCE	198
6.1	Objetivos e delineamento metodológico da pesquisa	199
6.2	Resultados quantitativos com alunos: expectativas, competências e trilha formativa	200
6.2.1	<i>Caracterização dos respondentes</i>	201
6.2.2	<i>Análise descritiva dos itens.....</i>	204
6.2.3	<i>Pressupostos para aplicação da Análise Fatorial</i>	209
6.2.4	<i>Total da variância explicada</i>	210
6.2.5	<i>Teoria da Resposta ao Item</i>	212
6.2.6	<i>Considerações finais sobre a pesquisa com os alunos</i>	217
6.3	Resultados quantitativos com docentes: percepções e viabilidade da proposta	218
6.4	Convergências e tensões entre estudantes e professores	225
6.4.1	<i>Valorização das competências do século XXI</i>	225
6.4.2	<i>Integração entre ensino, extensão e impacto social.....</i>	226
6.4.3	<i>Aceitação da trilha formativa inovadora</i>	226
6.4.4	<i>Tensões interpretativas e viabilidade</i>	226

6.5	Discussão integrada dos dados quantitativos e qualitativos: percepções, contradições e potencialidades na formação em Engenharia.....	227
6.6	Fechamento das evidências nos dados quantitativos.....	228
7	AÇÃO FORMATIVA COM DOCENTES E GESTORES: CONCEPÇÕES E REFLEXÕES	230
7.1	Justificativa da oficina como estratégia formativa.....	231
7.2	Organização metodológica da oficina.....	232
7.2.1	<i>Palestra introdutória interativa.....</i>	<i>232</i>
7.2.2	<i>Dinâmica colaborativa de produção poética (Stanza).....</i>	<i>233</i>
7.2.3	<i>Grupo focal mediado por roteiro temático.....</i>	<i>233</i>
7.3	Análise Temática Reflexiva das expressões docentes: poesia e grupo focal.....	234
7.3.1	<i>Docência como presença ética e afetiva</i>	<i>236</i>
7.3.2	<i>Tempo e ritmo da formação</i>	<i>237</i>
7.3.3	<i>Vínculo com os estudantes e alteridade</i>	<i>238</i>
7.3.4	<i>Cansaço, resistência e esperança</i>	<i>239</i>
7.3.5	<i>Crítica institucional e desejo de reinvenção</i>	<i>240</i>
7.4	Fechamento interpretativo da oficina e do grupo focal	241
7.5	Discussão dos resultados da oficina formativa: sentidos, potencialidades e limites da formação docente	242
7.5.1	<i>Como a proposta da tese responde aos resultados da oficina</i>	<i>243</i>
7.6	Alinhamento entre os resultados da oficina e a proposta teórica.....	244
7.7	Lições aprendidas e contribuições para a prática docente	245
8	RECOMENDAÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA.....	247
8.1	Diretrizes pedagógicas baseadas nos dados e na literatura	247
8.2	Conexões entre as DCN da Engenharia e a curricularização da extensão	248
8.3	Validação da proposta de trilha formativa em três etapas para cursos de Engenharia	249
8.3.1	<i>Aceitação discente da proposta</i>	<i>250</i>
8.3.2	<i>Aceitação docente da proposta</i>	<i>252</i>
8.3.3	<i>Validação qualitativa com gestores e docentes.....</i>	<i>252</i>
8.3.4	<i>Convergência analítica: síntese da validação empírica</i>	<i>254</i>
8.3.5	<i>Encaminhamentos propositivos</i>	<i>255</i>
8.4	Curso Gestão de Projeto Educacionais Inovadores	256

8.4.1	<i>Estruturação e fundamentação do curso.....</i>	257
8.4.2	<i>Descrição detalhada dos módulos formativos</i>	258
8.4.3	<i>Instrumento de Autoavaliação 21CSAS Adaptado.....</i>	260
8.4.4	<i>Validação com docentes da Engenharia.....</i>	262
8.4.4.1	<i>Metodologia.....</i>	262
8.4.4.2	<i>Perfil dos avaliadores.....</i>	262
8.4.4.3	<i>Resultados quantitativos.....</i>	263
8.4.4.4	<i>Análise qualitativa dos comentários</i>	263
8.4.4.5	<i>Síntese da validação</i>	264
8.4.4.6	<i>Resumo estatístico</i>	264
8.4.5	<i>Potencial de replicação e aplicabilidade na Rede Federal.....</i>	265
8.4.6	<i>Considerações finais sobre a proposta do curso.....</i>	266
8.5	<i>Sequências didáticas com metodologias ágeis e ensino por competências</i>	267
8.5.1	<i>Proposta da sequência didática para o ensino do Scrum.....</i>	268
8.5.1.1	<i>Construção de um poema em equipe</i>	269
8.5.1.2	<i>Construção de uma cidade com blocos de montagem com o Scrum.....</i>	270
8.5.1.3	<i>Técnicas de apoio à priorização e estimativa de esforço.....</i>	273
8.5.2	<i>Conclusões da seção sobre a proposta de sequência didática.....</i>	274
8.6	<i>Estratégias para avaliação de competências e aprendizagem significativa.....</i>	275
8.6.1	<i>Fundamentação teórica da avaliação por competências</i>	276
8.6.2	<i>Diagnóstico empírico: percepções e demandas institucionais</i>	276
8.6.3	<i>Proposta de modelo avaliativo integrado</i>	277
8.6.4	<i>Síntese crítica e recomendações</i>	278
8.7	<i>Potenciais impactos institucionais e sociais</i>	278
8.7.1	<i>Impactos institucionais.....</i>	278
8.7.2	<i>Impactos sociais.....</i>	280
8.7.3	<i>Potencial de replicação e indução sistêmica</i>	280
8.7.4	<i>Síntese crítica da seção.....</i>	281
9	<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</i>	282
9.1	<i>Objetivos, problema, hipótese e tese: retomada e confirmação</i>	282
9.2	<i>Alcance dos objetivos específicos</i>	283
9.3	<i>Resposta à pergunta de pesquisa.....</i>	284
9.4	<i>Síntese do percurso e dos principais resultados.....</i>	286
9.5	<i>Contribuições da tese para o ensino de Engenharia e formação docente</i>	287

9.6	Limitações da pesquisa.....	289
9.7	Perspectivas futuras: desdobramentos, publicações e pós-doutorado.....	290
	REFERÊNCIAS	293
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PROFESSORES)	321
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ALUNOS)	326
	APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	331
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO (ALUNOS)	333
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO (PROFESSORES)	338
	APÊNDICE F – ROTEIRO GRUPO FOCAL	343
	APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DOCENTE – MOOC SOBRE COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI E METODOLOGIAS ÁGEIS.....	345
	APÊNDICE H – IDENTIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	348
	APÊNDICE I – AÇÕES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR OBJETIVOS	349
	APÊNDICE J – ARTIGOS APROVADOS OU SUBMETIDOS NO CURSO DO DOUTORADO.....	350
	ANEXO A – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	352
	ANEXO B – MATRIZ DE CORRELAÇÕES DE <i>SPEARMAN</i>	358
	ANEXO C – PUD DE INTRODUÇÃO À FORMAÇÃO ENGENHEIRA: SABERES, PRÁTICAS E OPORTUNIDADES.....	359
	ANEXO D – PUD DE PROJETOS DE INOVAÇÃO SOCIAL E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA: METODOLOGIAS ÁGEIS PARA A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA.....	361
	ANEXO E – PUD DE ENGENHARIA APLICADA AO MUNDO DO TRABALHO: PROJETOS DE INOVAÇÃO COM METODOLOGIAS ÁGEIS.....	363
	ANEXO F – APROVAÇÃO NO EDITAL DA OEA	365

1 INTRODUÇÃO

A formação em engenharia, no contexto nacional e internacional, demanda mais do que o domínio técnico-científico tradicional. As rápidas transformações tecnológicas, associadas à complexidade das demandas sociais, ambientais e econômicas do século XXI, desafiam modelos pedagógicos historicamente consolidados e impõem à educação o compromisso de formar sujeitos autônomos, criativos, responsáveis e dotados de pensamento crítico e analítico (Saviani, 2013; Ramos, 2014). No âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), esse desafio se intensifica, haja vista que sua missão transcende a qualificação, buscando o desenvolvimento humano integral, por meio de uma formação omnilateral (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

Nesse cenário, torna-se urgente que os cursos de Engenharia promovam o desenvolvimento de competências cada vez mais demandadas em escala global, dentre elas, comunicação eficaz, liderança, criatividade, pensamento crítico e analítico, resolução de problemas complexos, trabalho em equipe e habilidades para inovação e autogestão (Binkley *et al.*, 2012; Trilling; Fadel, 2009; Voogt *et al.*, 2013). Nesse sentido, esta tese parte do entendimento de que a integração entre ensino ágil, compreendido como a adaptação de princípios e práticas dos métodos ágeis de gestão de projetos em ambientes educacionais e a educação empreendedora, voltada à formação de atitudes inovadoras, constitui uma proposta eficaz para a promoção dessas competências essenciais na formação do engenheiro contemporâneo.

Nessa mesma linha, a curricularização da extensão, institucionalizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pela Resolução CONSUP nº 63/2022, em consonância com a legislação nacional, constitui uma oportunidade concreta para a implantação de estratégias pedagógicas integradoras, contextualizadas e socialmente referenciadas (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a). Assim, este estudo toma esse contexto como campo de ação para propor e validar práticas docentes e dispositivos formativos capazes de responder, de modo situado, às exigências contemporâneas da formação em engenharia.

1.1 Contextualização da pesquisa

Com as transformações impulsionadas pelas revoluções industriais, observa-se a emergência contínua de novas demandas formativas. A cada avanço tecnológico, impõe-se um

novo perfil profissional, valorizando não apenas conhecimentos técnicos, mas também habilidades para operar, adaptar-se e inovar frente às novas tecnologias (Aires; Moreira; Freire, 2017). Ademais, Aires, Moreira e Freire (2017) destacam que criatividade, inovação, comunicação, resolução de problemas e domínio técnico figuram entre as competências mais requisitadas atualmente.

A globalização e a intensificação da competitividade internacional passaram a exigir profissionais com formação ampla, para além da dimensão instrumental. Assim, torna-se urgente reforçar a integração entre sistema educacional e mundo do trabalho, conectando cursos e pesquisas das instituições de ensino superior (IES) às necessidades da sociedade, das empresas e do desenvolvimento científico e tecnológico (Melo; Borges, 2007). Nesse processo, gestores e professores ocupam posição central, e suas competências não podem ser compreendidas apenas sob uma ótica técnica, estando intrinsecamente ligadas aos contextos culturais, filosóficos e sociais em que atuam (Perrenoud, 2000).

Nesse contexto, a educação em engenharia se destaca por seu papel histórico como eixo estruturador da inovação industrial e tecnológica. Contudo, o engenheiro, tradicionalmente reconhecido como agente dessas transformações, é convocado a ressignificar suas habilidades e perfil, pois a sociedade contemporânea demanda profissionais flexíveis, autônomos e capazes de aprendizagem permanente (Cordeiro *et al.*, 2009). O foco exclusivo na técnica já não basta para responder aos desafios de uma realidade volátil, incerta, complexa e ambígua – cenário característico do século XXI, em que adaptabilidade e pensamento sistêmico se tornam competências indispensáveis (Trilling; Fadel, 2009).

Desse modo, a formação de engenheiros exige o desenvolvimento de competências socioemocionais – também conhecidas como *soft skills* –, como liderança, autonomia, comunicação eficaz, negociação, trabalho em equipes interdisciplinares e gestão de projetos (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2010; Dinis-Carvalho *et al.*, 2018). Essas competências integram um conjunto mais amplo de habilidades essenciais para o século XXI (Ringvold; Digranes, 2017; Marin-Zapata *et al.*, 2022), destacando-se também pensamento crítico, criatividade, colaboração, perseverança e habilidades sociais (Voogt *et al.*, 2013; Harishree; Mekala, 2020).

A educação empreendedora assume papel estratégico nesse desenvolvimento, pois mais do que criar negócios, busca-se promover autoconfiança, criatividade, pensamento estratégico, iniciativa, resiliência e atitude propositiva (Ghafar, 2020; Rayna; Striukova, 2021; Mets *et al.*, 2023). Ao aproximar estudantes das demandas do mundo real, ela amplia sua capacidade de

intervir, colaborar e inovar, favorecendo uma formação alinhada às transformações contemporâneas (Ghafar, 2020; Mets *et al.*, 2023).

Como proposta metodológica integradora, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se destaca por articular teoria e prática em situações reais, equipes colaborativas e com duração prolongada (Ferreira; Canedo, 2019; Lin; Tan; Guo, 2023). Ademais, a ABP favorece a construção de soluções interdisciplinares e o desenvolvimento das competências já discutidas (Dinis-Carvalho *et al.*, 2018). Embora frequentemente confundida com a aprendizagem baseada em problemas, a ABP se distingue por seu caráter aplicado, com início, meio e fim definidos, assumindo a estrutura típica de um projeto (Oliveira; Mattar, 2018).

No contexto das metodologias ativas com a ABP, destaca-se a aplicação do *Scrum*, método de gestão ágil que organiza o trabalho em ciclos curtos (*sprints*), promovendo colaboração, transparência e adaptação contínua (Sutherland; Sutherland, 2019). Embora originado no desenvolvimento de *software*, o *Scrum* tem sido amplamente adaptado ao contexto educacional, inclusive na engenharia, por sua ênfase em equipes auto-organizadas, *feedback* constante e aprendizagem iterativa (Stray *et al.*, 2022; Krehbiel *et al.*, 2017).

Essas metodologias aproximam a formação universitária das exigências do mundo do trabalho, favorecendo o desenvolvimento de competências práticas, colaborativas e inovadoras. A normatização da curricularização da extensão, por meio da Resolução CONSUP nº 63/2022 do IFCE, reforça a necessidade de integrar ações pedagógicas que estimulem a participação ativa dos estudantes em contextos reais, com impactos culturais, científicos, educacionais, sociais, ambientais e econômicos nos territórios de atuação da instituição (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a).

Destacam-se, na citação, os elementos de inovação, empreendedorismo e criatividade como centrais da formação. No entanto, a resolução não explicita os caminhos pedagógicos para viabilizar tais objetivos. É nesse sentido que esta pesquisa se propõe a contribuir na investigação de como o ensino ágil e a educação empreendedora podem ser integrados como estratégias formativas viáveis no contexto da engenharia, promovendo o desenvolvimento das competências para o século XXI, aproveitando a curricularização da extensão como espaço privilegiado para sua aplicação. No caso do IFCE, essa discussão ganha concretude especialmente nos cursos de Engenharia do *campus* Maracanaú, que constituem o foco empírico desta tese, com participação pontual de experiências vinculadas ao *campus* Fortaleza em etapas específicas da pesquisa.

1.2 Justificativa e origem da pesquisa

A pesquisa desenvolvida nesta tese se insere no campo do ensino de engenharia, articulada aos fundamentos e princípios da EPT. Esse campo é caracterizado por uma formação integral, que engloba saberes técnicos, científicos e humanísticos, promovendo a interdisciplinaridade e uma abordagem situada capaz de responder às especificidades dos territórios e demandas sociais do país (Frigotto, 2007; Ramos, 2014; Brasil, 2021; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a). Nesse cenário, as instituições de ensino superior, conforme estabelece a legislação vigente, devem alinhar seus projetos pedagógicos às diretrizes nacionais, de modo a garantir que sua atuação seja orientada pelo compromisso com o desenvolvimento humano, científico e social.

Por conseguinte, a Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a EPT, determina que as instituições propiciem ao estudante, além do prosseguimento de estudos, o desenvolvimento da capacidade empreendedora e a compreensão do processo tecnológico em suas causas e efeitos. O inciso III do artigo 4º destaca como objetivo “[...] formar sujeitos capazes de continuar aprendendo e de acompanhar as mudanças nas condições do mundo do trabalho, da ciência e da tecnologia” (Brasil, 2021), evidenciando a importância de abordagens pedagógicas dinâmicas, integradoras e conectadas à realidade.

Para os cursos de Engenharia, a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, define como perfil do egresso o engenheiro com formação generalista, humanista e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, com visão crítica e criativa para atuar em diferentes contextos, considerando aspectos políticos, sociais, ambientais e culturais (Brasil, 2019). Soma-se a esse perfil o delineado pela Resolução CNE/CES nº 5, de 4 de novembro de 2016, voltada à engenharia da computação e engenharia de *software*, que prevê, entre outras competências, a capacidade de atuar de forma empreendedora, criar soluções para problemas complexos e reconhecer o papel da inovação como princípio estruturante da formação (Brasil, 2016c).

Mais recentemente, a Resolução CONSUP nº 63, de 6 de outubro de 2022, publicada no âmbito do IFCE, tornou obrigatória a inclusão de atividades de extensão nos currículos dos cursos técnicos, de graduação e pós-graduação da instituição. A chamada curricularização da extensão reafirma o compromisso da formação com a realidade social e com a transformação dos territórios, por meio de práticas educativas interdisciplinares, colaborativas e socialmente referenciadas (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a).

Nesta tese, a extensão é compreendida em sua dimensão “fora dos muros”, articulando experiências em comunidades, escolas, empresas e instituições públicas como espaços formativos privilegiados para o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI na formação em engenharia.

Diante desse cenário normativo, institucional e empírico, justifica-se a realização desta investigação, cujo propósito é contribuir com estratégias pedagógicas que integrem o ensino ágil e a educação empreendedora à formação de engenheiros, como forma de desenvolver as competências esperadas para o século XXI. A proposta visa não apenas atender às exigências das diretrizes curriculares e da curricularização da extensão, mas também responder às demandas concretas de estudantes e professores da Rede Federal. Para tanto, aposta-se na formação docente como instância central para a criação de experiências pedagógicas mais conectadas com a realidade, sensíveis ao contexto dos territórios e alinhadas aos desafios contemporâneos do ensino de engenharia (Brasil, 2021; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a; Lima *et al.*, 2021).

1.3 Problema de pesquisa

Considerando os desafios apresentados na contextualização e na justificativa, esta pesquisa parte da seguinte questão central: Como a formação docente em engenharia pode integrar princípios do ensino ágil e da educação empreendedora, de modo a contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais do século XXI?

Essa pergunta se fundamenta na constatação de que existe uma lacuna significativa entre as competências atualmente exigidas dos engenheiros, como pensamento crítico, criatividade, autonomia, trabalho em equipe, adaptabilidade e comunicação eficaz e aquelas efetivamente desenvolvidas nos currículos e nas práticas pedagógicas dos cursos de Engenharia (Cordeiro *et al.*, 2009; Marin-Zapata *et al.*, 2022; Trilling; Fadel, 2009; Binkley *et al.*, 2012; Voogt *et al.*, 2013).

Verifica-se que a ausência de estratégias estruturadas para a articulação entre competências técnicas e transversais dificulta a formação integrada e responsiva dos estudantes, especialmente diante da curricularização da extensão e das novas diretrizes nacionais para a EPT (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a; Brasil, 2021). Essa lacuna compromete a formação do engenheiro, ao limitar sua capacidade de atuar em contextos complexos, interdisciplinares e socialmente desafiadores, nos quais se exige não apenas

domínio técnico, mas também iniciativa, colaboração e leitura crítica dos territórios em que intervém.

Diante desse cenário, a pesquisa investiga em que medida a articulação entre metodologias ágeis e educação empreendedora pode constituir uma resposta formativa relevante, promovendo a aproximação entre formação acadêmica e contexto profissional, possibilitando o desenvolvimento das múltiplas competências necessárias ao engenheiro do século XXI (Ferreira; Canedo, 2019; Lin; Tan; Guo, 2023; Krehbiel *et al.*, 2017; Ghafar, 2020; Rayna; Striukova, 2021).

Nesta tese, a articulação entre ensino ágil e educação empreendedora é assumida como estratégia formativa central para enfrentar essa lacuna, na medida em que organiza situações de aprendizagem baseadas em projetos, problemas reais e ciclos iterativos de planejamento, ação e reflexão, favorecendo o desenvolvimento integrado dessas competências.

1.4 Hipótese e tese da pesquisa

Parte-se da hipótese de que a integração entre o ensino ágil fundamentado nos métodos ágeis de gestão de projetos, como o *Scrum* e a educação empreendedora voltada ao desenvolvimento de atitudes colaborativas, criativas e propositivas, pode favorecer um ambiente educacional mais dinâmico, reflexivo e centrado no desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI (Krehbiel *et al.*, 2017; Sutherland; Sutherland, 2019; Ghafar, 2020; Rayna; Striukova, 2021; Ferreira; Canedo, 2019).

Com base no percurso teórico, metodológico e empírico desenvolvido nesta pesquisa, sustenta-se a seguinte tese: a articulação entre ensino ágil e educação empreendedora, mediada pela formação docente e operacionalizada no contexto da curricularização da extensão, constitui um caminho viável e consistente para o desenvolvimento de competências transversais nos cursos de Engenharia da Rede Federal, aproximando o processo formativo das demandas contemporâneas do mundo do trabalho, da ciência e da sociedade.

A defesa desta tese, ao longo do trabalho, ocorre mediante análise do currículo prescrito, escuta institucional de gestores, professores e estudantes e proposição de dispositivos pedagógicos concretos que traduzem, na prática, os princípios investigados, valorizando a formação continuada e reflexiva dos docentes como elemento central para a inovação curricular e o enfrentamento das lacunas da prática formativa contemporânea.

1.5 Objetivo geral e objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho é compreender como a integração entre metodologias ágeis e educação empreendedora pode favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI no ensino de engenharia, tendo a formação docente como eixo estruturante de práticas pedagógicas colaborativas e contextualizadas. Para alcançar esse propósito, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- I. Mapear as competências essenciais do século XXI requeridas pelo mundo do trabalho e diretrizes curriculares na formação de engenheiros;
- II. Identificar as possibilidades e limites institucionais para a adoção do ensino ágil nos cursos de Engenharia da Rede Federal;
- III. Investigar de que modo a educação empreendedora, enquanto estratégia pedagógica integradora, contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, inovação e curricularização da extensão na formação em engenharia;
- IV. Entender as percepções de estudantes, docentes e gestores sobre as práticas pedagógicas vigentes nos cursos de Engenharia do IFCE analisados e sobre o desenvolvimento de competências neles;
- V. Elaborar uma proposta de ajuste curricular e de formação docente, baseada na articulação entre ensino ágil, educação empreendedora e competências para o século XXI.

Em termos propositivos, esta tese apresenta um modelo de formação docente em engenharia que articula metodologias ágeis e educação empreendedora como estratégias para favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI no ensino de engenharia, integrando currículo, extensão e práticas pedagógicas colaborativas e contextualizadas.

A originalidade da proposta reside na combinação sistemática de revisões da literatura, *benchmarking* nacional e internacional e escuta institucional para construir uma trilha formativa e um curso *online* massivo (MOOC) que traduzem, em dispositivos concretos, a integração entre ensino ágil, educação empreendedora e curricularização da extensão na formação de professores engenheiros. Esse *benchmarking* dialoga com experiências de instituições estrangeiras de referência em ensino de engenharia, articulando-se com a produção de resultados em língua inglesa, inserindo a contribuição desenvolvida no IFCE no debate internacional sobre formação docente, ensino ágil e educação empreendedora.

1.6 Estrutura da tese

A tese está organizada em nove capítulos, articulando o percurso teórico, metodológico e empírico da pesquisa, bem como a proposição de dispositivos pedagógicos voltados à formação em engenharia assim descritos:

- I. Capítulo 1: apresenta a introdução à pesquisa, contextualizando o tema, justificando sua relevância e detalhando o problema, os objetivos, a hipótese e a tese defendida, com foco na integração entre ensino ágil, educação empreendedora e o desenvolvimento de competências para o século XXI;
- II. Capítulo 2: descreve a experiência prática que deu origem à pesquisa – o Projeto *Startup* IFCE. Essa vivência constituiu o ponto de partida para a problematização do currículo dos cursos de Engenharia e para a reflexão sobre as possibilidades de reorganização pedagógica, com base em práticas colaborativas, empreendedoras e de extensão;
- III. Capítulo 3: apresenta o referencial teórico e conceitual que fundamenta a investigação, abordando temas, como competências para o século XXI, ensino ágil, educação empreendedora, formação docente na EPT e curricularização da extensão;
- IV. Capítulo 4: detalha os procedimentos metodológicos adotados, descrevendo o paradigma da pesquisa, a abordagem qualitativa com triangulação de dados, os instrumentos utilizados, os eixos metodológicos e procedimentos éticos e de validação interna;
- V. Capítulo 5: traz o diagnóstico curricular da formação em engenharia, fundamentado nas revisões sistemáticas da literatura, na análise das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) e nas percepções de coordenadores e gestores, articulando teoria, currículo e realidade institucional;
- VI. Capítulo 6: analisa as percepções, contradições e potencialidades na formação em engenharia, a partir de dados quantitativos e qualitativos obtidos junto a estudantes e professores, destacando expectativas, competências desenvolvidas e tensões existentes entre os diferentes atores;
- VII. Capítulo 7: apresenta a ação formativa desenvolvida com docentes e gestores, descrevendo a concepção e aplicação da oficina pedagógica, as atividades de abordagem de competências e ensino ágil, a produção de poemas, o grupo focal e as reflexões extraídas desse processo, relacionando-as à proposta teórica;

VIII. Capítulo 8: reúne as recomendações para o aprimoramento da formação em engenharia, organizadas em diretrizes pedagógicas ancoradas nos dados e na literatura, tendo conexão com as DCN e a curricularização da extensão. Ademais, encontra-se a descrição da trilha formativa proposta, o detalhamento do curso MOOC “Gestão de Projetos Educacionais Inovadores (GPEI)” e seus módulos, além de sequências didáticas com *Scrum*;

IX. Capítulo 9: expõe as considerações finais, sintetizando o percurso investigativo, destacando as contribuições da tese para o ensino de engenharia e a formação docente, apontando limitações do estudo e indicando perspectivas futuras de aprofundamento e disseminação.

A supracitada estruturação visa garantir a articulação entre os referenciais teóricos, as práticas e propostas desenvolvidas e a análise aprofundada das demandas formativas na engenharia, respondendo rigorosamente aos requisitos metodológicos e acadêmicos do campo.

1.7 Justificativa do foco na formação docente

O foco na formação docente como eixo central desta tese decorre da compreensão de que mudanças significativas no ensino de engenharia não se concretizam apenas por meio de ajustes curriculares ou da inclusão de novos conteúdos, mas, sobretudo, pela transformação das práticas pedagógicas e valorização dos sujeitos que as conduzem. Como destacam Freire (1996) e Perrenoud (2000), ensinar é um ato político, intencional e situado, cuja potência transformadora depende da capacidade dos professores de refletir criticamente, adaptar-se e atuar com intencionalidade pedagógica.

No âmbito da Rede Federal de educação profissional, científica e tecnológica, os desafios da formação docente são ampliados pela necessidade de integrar ensino, pesquisa e extensão em contextos marcados pela diversidade, múltiplas áreas de formação e carência de políticas institucionais contínuas de desenvolvimento profissional. Observa-se que, muitas vezes, a formação de professores para metodologias ativas, competências transversais ou práticas empreendedoras ainda ocorre de forma fragmentada, pouco estruturada e desarticulada da realidade dos cursos (Perrenoud, 2000).

A experiência institucional vivenciada no IFCE, especialmente no âmbito do Projeto *Startup IFCE*, evidenciou essa lacuna. Uma pesquisa realizada no *campus* Maracanaú, logo no início do projeto, revelou que cerca de 80% dos docentes não tinham interesse ou disponibilidade para tratar de empreendedorismo em sala de aula, o que impactava diretamente

na baixa adesão dos estudantes a ações extensionistas e formativas nessa área (Lima *et al.*, 2021). Além disso, a ausência de professores com experiência empreendedora, aliada à sobrecarga de trabalho e à dificuldade de institucionalização de práticas inovadoras, limitava o potencial de renovação do ensino.

Por outro lado, os dados também mostraram que mais de 70% dos alunos manifestaram interesse em participar de projetos de negócio, desde que houvesse apoio e espaço institucional. Essa constatação reforça a importância de construir caminhos formativos viáveis para os docentes, não apenas com cursos pontuais, mas propostas que articulem currículo, extensão e realidade institucional (Lima *et al.*, 2021). Como afirma Dolabela (2003b), o estímulo à cultura empreendedora pode ser assumido por professores de todas as áreas, desde que contem com respaldo pedagógico e institucional.

Dessa forma, esta tese aposta na formação docente como condição estruturante para transformar o ensino de engenharia em uma experiência mais conectada com os desafios do século XXI, valorizando o protagonismo dos professores e sua capacidade de mediação entre o projeto curricular e as necessidades formativas dos estudantes da Rede Federal.

Esse entendimento foi amplamente reforçado pela experiência vivida no IFCE com o Projeto *Startup* IFCE, cujo percurso revelou tanto os desafios quanto as possibilidades de articular ensino ágil e educação empreendedora no contexto institucional (Lima *et al.*, 2021). A seguir, o Capítulo 2 apresenta essa experiência originária, que serviu como base empírica e formativa para a formulação do problema de pesquisa, da hipótese e das estratégias desenvolvidas ao longo desta investigação.

2 A EXPERIÊNCIA PRELIMINAR: PROJETO *STARTUP* IFCE COMO GATILHO INVESTIGATIVO

A gênese desta tese reside no enfrentamento de desafios concretos vivenciados no IFCE *campus* Maracanaú, entre 2016 e 2021, período marcado por esforços institucionais voltados ao estímulo da cultura empreendedora, à inovação pedagógica e à articulação entre ensino e o mundo do trabalho. Diferentemente de propostas ancoradas apenas em abstrações teóricas, a investigação aqui desenvolvida emerge da análise crítica de práticas institucionais e de suas repercussões no contexto da educação superior.

Nesse contexto, o Projeto *Startup* IFCE constituiu-se como base empírica fundamental para a formulação dos problemas, hipóteses e objetivos deste estudo (Lima *et al.*, 2021). O projeto foi reconhecido nacionalmente, ao receber o “Prêmio Sebrae de Educação Empreendedora”, por suas ações inovadoras voltadas à promoção do empreendedorismo e à integração entre ensino, pesquisa e extensão no *campus* Maracanaú.

Entre os destaques da iniciativa estiveram a inserção da disciplina Gestão de Projetos e Negócios (GPN) nos cursos superiores, o funcionamento efetivo da incubadora de empresas e o suporte a grupos de extensão, como Enactus e Catavento (Empresa Júnior), a criação de um evento específico com a temática voltada ao empreendedorismo, chamado Movimento de Empreendedorismo e Inovação Tecnológica (MOVEIT), e o apoio a programas da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Ceará (SECITECE) e da Maratona Sebrae.

A experiência acumulada durante o ciclo do *Startup* IFCE evidenciou lacunas formativas na atuação docente e discente, ao mesmo tempo em que apontou caminhos metodológicos inovadores e replicáveis para o ensino de engenharia, com resultados concretos de impacto institucional. Assim, este capítulo, organizado em cinco seções, apresenta os fundamentos, estratégias, resultados e implicações dessa experiência, articulando-os ao debate científico e institucional que sustenta a pesquisa.

2.1 Histórico e fundamentos da proposta

O *Startup* IFCE foi implementado entre 2016 e 2021 no IFCE, *campus* Maracanaú, instituição que oferta quatro cursos técnicos (dois integrados ao Ensino Médio), quatro cursos superiores, sendo três de engenharia e um programa de pós-graduação *stricto sensu*. A introdução da cultura empreendedora teve início em 2016, motivado pela baixa adesão dos estudantes ao programa estadual “Corredores Digitais”, promovido pela SECITECE.

Paralelamente, palestras sobre empreendedorismo foram inseridas na Semana de Integração Científica (SIC), evento institucional anual, mas a participação da comunidade acadêmica permaneceu limitada. Em 2017, esse cenário persistiu, gerando incertezas quanto à continuidade das ações.

Em 2018, uma escuta ativa envolvendo trinta alunos e vinte professores revelou que a principal barreira residia na baixa adesão docente. A maioria dos professores relatou não se sentir preparada ou motivada para abordar o tema em sala de aula, o que impactava negativamente o apoio a iniciativas de extensão e a liberação dos estudantes para participação em projetos. Por outro lado, muitos alunos demonstraram interesse em atividades empreendedoras, mas apontaram obstáculos, como falta de tempo e apoio institucional. Esses achados fundamentaram a definição de estratégias mais estruturadas para o enfrentamento do problema.

2.2 Metodologias e estratégias de atuação

A partir desse diagnóstico, a equipe do projeto articulou reuniões com a direção geral, direção de ensino e coordenações de curso, resultando em um conjunto de ações planejadas e integradas:

- I. Inserção de uma disciplina com foco em pré-incubação nos cursos superiores;
- II. Criação de um evento institucional sobre empreendedorismo e inovação com calendário fixo;
- III. Apoio formal a programas do SEBRAE e da SECITECE;
- IV. Suporte à oficialização de uma Empresa Júnior em fase de implantação.

Para superar a resistência docente, foi constituído um grupo de referência denominado agentes de inovação, composto por professores com perfil de liderança entre os pares. Identificou-se, ainda, que a realização de palestras durante a SIC era pouco eficaz, devido à sobreposição com outras atividades acadêmicas. Como alternativa, foi criado o MOVEIT, evento com calendário próprio e programação, que foi desenhada para contemplar tanto docentes quanto discentes.

A programação do MOVEIT foi cuidadosamente estruturada para contemplar os diferentes perfis da comunidade acadêmica, priorizando os docentes no primeiro dia e os discentes nos dois dias subsequentes de atividades. Com o objetivo de ampliar a participação e integrar o evento à dinâmica institucional, foi encaminhada uma solicitação à Direção de Ensino, para que o MOVEIT fosse oficialmente inserido no calendário acadêmico do *campus*.

Essa medida não apenas facilitou o registro da carga horária dos professores, que puderam computar a participação nas atividades como componente de sua atuação docente, mas também contribuiu para legitimar o evento como parte integrante da rotina acadêmica. As atividades ocorreram nos dias 28 e 29 de setembro de 2018, conforme ilustrado na Figura 1, marcando um avanço significativo na consolidação do empreendedorismo e da inovação como eixos estruturantes da formação no IFCE, *campus* Maracanaú.

A adesão ao evento apresentou melhora significativa, especialmente após sua formalização no calendário acadêmico, o que possibilitou o registro da participação como atividade de aula pelos docentes. Essa estratégia contribuiu para legitimar o MOVEIT como parte integrante da rotina institucional e ampliar o engajamento da comunidade acadêmica. Paralelamente, foram implementadas outras medidas estruturantes, como a capacitação docente em empreendedorismo e a adaptação de uma disciplina que seria ofertada nos três cursos superiores, denominada GPN.

Figura 1 – Banner MOVEIT



Programação			
Horário	Dia 28/09	Horário	Dia 29/09
09:00	Abertura : Divulgação dos selecionados para a Incubadora e homenagens a PROEXT e SEBRAE	09:00	Nossos empreendimentos de sucesso
10:30	Mesa redonda: Inteligência Artificial nas pesquisas e no mercado - Prof.Dr. Mauro Oliveira e Prof.Dr. Ajalmar Rocha	10:30	Pitch: Transformando o que ensinamos em novos empreendimentos
		11:00	Empreendedores de sucesso com Igor Pelucio da startup Desenrolado e Wesley Moraes da Wtech Informática
12:30	Almoço	12:30	Almoço
14:00	Os caminhos para uma parceria forte entre a Academia e o setor produtivo - Dra. Diana Guimarães e Cilis Benevides	14:00	Oficina EMPREENDALABS PLAY - Moises Santos
15:30	Como tirar sua Ideia do papel e Propriedade Intelectual - Prof. André Luiz e Martônio Mendes		
17:00	Encerramento	17:00	Encerramento

Fonte: Elaborado pelo autor.

A disciplina GPN foi concebida para integrar alunos de diferentes cursos em uma única turma, promovendo a interdisciplinaridade e o trabalho colaborativo, por meio de metodologias ativas, com ênfase em *design thinking*, *Scrum* e modelagem de negócios. Sua estrutura didática foi organizada em oito etapas sequenciais, apresentados na Figura 2, abrangendo desde a ideação até estratégias de *marketing* da solução, passando por validação, planejamento e prototipação com metodologias ágeis.

Figura 2 – Jornada GPN



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, a disciplina foi testada no semestre 2018.1, com uma turma do curso de Computação, resultando em projetos voltados às áreas da saúde e da educação. A partir dos resultados obtidos, a metodologia foi progressivamente aplicada em turmas mistas dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Ambiental e Sanitária, consolidando-se como prática inovadora no contexto institucional.

A metodologia desenvolvida na disciplina GPN foi estruturada em oito etapas sequenciais, proporcionando aos estudantes um percurso completo de concepção, validação e apresentação de propostas empreendedoras. O processo formativo teve início com a aplicação da abordagem *design thinking* na fase de ideação, que estimula a identificação e compreensão de problemas reais a serem solucionados, fundamentando-se em princípios de empatia, colaboração e experimentação (Brown, 2009).

Em seguida, na etapa de propósito, os alunos elaboraram a proposta de valor, com ênfase na relevância da solução para os usuários ou beneficiários para, no passo seguinte, realizar a fase de modelagem, centrada no problema identificado e nas alternativas viáveis de resolução (Osterwalder *et al.*, 2019).

Posteriormente, na etapa de mapeamento, foi conduzido um estudo de mercado, com o objetivo de mapear concorrentes e identificar diferenciais competitivos, seguido da fase de validação das hipóteses formuladas, utilizando *feedbacks* e dados concretos. Para a próxima etapa, foi adotado o método *Scrum*, que se destaca pela estruturação do trabalho em ciclos iterativos e promoção da colaboração e transparência entre os participantes (Cruz, 2018).

O planejamento do projeto – etapa de projeto na Figura 2 – envolveu a definição de metas, recursos e cronograma de execução, preparando o terreno para a fase de prototipação. Por fim, os estudantes desenvolveram estratégias de *marketing* e comunicação, voltadas à divulgação do produto e à eventual captação de interessados ou investidores. Ao final da disciplina, aplicada no semestre de 2018.1, chegou-se na elaboração de dois projetos: um voltado à área da saúde e outro para a educação – o último foi apresentado no evento MOVEIT, durante uma batalha de *pitches*, formato que simula apresentações rápidas de soluções inovadoras para potenciais apoiadores ou parceiros institucionais.

A metodologia proposta permaneceu em uso até o primeiro semestre de 2021, sendo aplicada em turmas mistas, integrando alunos de Computação, Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Ambiental e Sanitária. O Quadro 1 sintetiza a quantidade de projetos desenvolvidos por semestre, bem como os contextos e finalidades a que se propuseram, evidenciando a diversidade e o impacto das iniciativas no âmbito institucional.

Quadro 1 – Resumo dos resultados da disciplina GPN

Turma	Qtd. Projetos	Solicitante	Objetivo da solução
2018.1	2	Próprios alunos	Problemas em geral do IFCE
2018.2	3	Prefeitura de Maracanaú	Problemas da comunidade local
2019.1	4	Empresa	Demandas internas
2019.2	3	Empresário	Melhorar a área de vendas
2020.1	5	Próprios alunos ¹	Comunicação interna no IFCE
2020.2	4	Próprios alunos ²	Demandas da direção do IFCE Maracanaú
2021.1	5	Próprios alunos ²	Comunicação do IFCE com a comunidade

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Resultados alcançados e impactos institucionais

Os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do Projeto *Startup* IFCE evidenciam, de forma expressiva, o potencial formativo e institucional da proposta, particularmente no que tange à inserção de práticas empreendedoras no contexto da educação

¹ Contexto da pandemia do COVID-19.

em engenharia. O Quadro 2 apresenta um panorama consolidado das ações implementadas e de seus respectivos impactos entre os anos de 2016 e 2021.

Quadro 2 – Resumo dos resultados do Projeto *Startup* IFCE (2016-2021)

Ação	Resultado da ação
Disciplina de Gestão de Projetos e Negócios	Ministrada em todos os cursos de graduação do <i>campus</i> , de 2018 a 2021.
Programa Corredores Digitais	2ª e 3ª colocação entre as <i>startups</i> mais relevantes em 2017. Criação da <i>startup</i> HGEO (composta por alunas da Engenharia Ambiental), que alcançou a 6ª colocação geral em 2018 e, posteriormente, a 4ª posição nacional em edital promovido pela Pipe.social. Participações em 2019 e 2020, ainda que sem avanço para as fases finais.
Maratona Sebrae	Destaques estaduais: 2ª e 3ª colocações em 2018. 1ª e 3ª colocações em 2019.
Empresa Júnior	Constituição da Catavento Consultoria, formada por alunos da Engenharia Ambiental, em operação desde 2020.
Movimento de Empreendedorismo e Inovação Tecnológica	Evento realizado em 2018, com mais de 250 participantes, entre alunos e servidores. Em 2019, contou com apoio de empresa multinacional e promoveu maratona de ideias com 60 alunos e mais de 150 participantes nas palestras.
Incubadora	Ativa desde 2017.
Programa Centelha	Em 2020, uma equipe de alunos teve projeto aprovado, recebendo R\$ 50 mil em fomento da Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa (Funcap).
Empresas constituídas	Três <i>startups</i> foram criadas por alunos do <i>campus</i> : HGEO, Sustentap e AutoLar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses dados revelam não apenas a amplitude e diversidade das iniciativas empreendidas, mas também sua capacidade de gerar resultados concretos, tanto no campo da formação discente quanto na criação de soluções inovadoras com impacto no território. Destaca-se, nesse contexto, a consolidação da disciplina GPN como componente curricular, o fortalecimento da articulação entre ensino e extensão, por meio de eventos como o MOVEIT, e o protagonismo dos estudantes do IFCE em programas estaduais e nacionais de fomento, com destaque em *rankings* e editais competitivos.

Entre os marcos institucionais mais expressivos, figuram a constituição da Empresa Júnior Catavento, a consolidação da incubadora de empresas do *campus* e a criação de três *startups*, HGeo, Sustentup e AutoLar, esta última recebendo recursos externos por meio do Programa Centelha. Essas iniciativas demonstram uma transformação institucional concreta, com potencial de replicação e sustentabilidade, sobretudo se forem institucionalizadas em políticas permanentes de apoio ao empreendedorismo e à inovação.

Contudo, é importante reconhecer que, apesar dos avanços, o Projeto *Startup* IFCE não foi transformado em um programa de caráter contínuo. Desde seu encerramento em 2021, nenhuma das ações estruturadas foi retomada, o que reforça a motivação desta tese, que é a de

investigar caminhos para que iniciativas dessa natureza possam ser internalizadas nos processos pedagógicos, superando a dependência de ciclos pontuais ou de lideranças específicas.

2.4 Limitações e potencial de aprofundamento

Apesar dos avanços significativos, o Projeto *Startup* IFCE não foi institucionalizado como um programa permanente. Com seu encerramento em 2021, muitas das ações implementadas deixaram de existir, evidenciando a fragilidade de iniciativas que dependem exclusivamente de lideranças locais e da motivação de grupos específicos. Entre as principais limitações identificadas, destacam-se:

- I. A ausência de uma política institucional estável para a formação docente em empreendedorismo;
- II. A dificuldade de articulação intersetorial dentro do *campus*;
- III. A inexistência de um plano estruturado de continuidade e financiamento das ações;
- IV. A resistência cultural à mudança manifestada por parte de alguns docentes.

Apesar dessas limitações, o potencial da experiência permanece evidente. O projeto serviu como uma prova de conceito, demonstrando a viabilidade de integrar ensino, extensão e inovação de forma contextualizada e transformadora. Ademais, evidenciou a necessidade de que as formações docentes sejam acompanhadas por mudanças curriculares e institucionais mais amplas, de modo que a cultura empreendedora não dependa exclusivamente de esforços individuais.

2.5 Conexões com os objetivos da tese

O Projeto *Startup* IFCE serviu como gatilho investigativo para esta tese, pois evidenciou que iniciativas pontuais, ainda que bem avaliadas por estudantes e gestores, tendem a perder continuidade e escala, quando não são incorporadas aos instrumentos institucionais de planejamento, como os PPCs, a organização da carga horária docente e as políticas de extensão. A partir dessa experiência empírica, formulou-se a hipótese central da pesquisa: a integração entre ensino ágil e educação empreendedora, mediada por processos sistemáticos de formação docente e por políticas institucionais, é essencial para o desenvolvimento de competências do século XXI na engenharia.

A análise crítica dos limites e acertos do projeto permitiu a emergência da hipótese de que a integração entre ensino ágil e educação empreendedora, mediada por uma formação

docente contextualizada e articulada à realidade institucional, pode contribuir, de forma efetiva, para o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI. Assim, a proposta desta pesquisa parte diretamente das demandas não atendidas e dos caminhos parcialmente abertos pela experiência relatada, apresentada de forma resumida no Quadro 3, que objetiva transformar em uma metodologia estruturada, replicável e institucionalmente sustentável.

Quadro 3 – Síntese: relação entre resultados do Projeto *Startup* IFCE e objetivos da tese

Dados do Projeto <i>Startup</i> IFCE	Correspondência com objetivos da tese
Resistência e baixa adesão docente	Necessidade de formação docente continuada
Ações pontuais, sem continuidade institucional	Proposta de políticas e práticas sustentáveis e replicáveis
Protagonismo estudantil e impacto local	Foco no desenvolvimento de competências do século XXI
Metodologias ativas e interdisciplinaridade	Integração entre ensino ágil e educação empreendedora

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Capítulo 2, ao se basear na experiência do Projeto *Startup* IFCE, reforça a importância de vivências institucionais como base empírica para a construção de propostas inovadoras na educação em engenharia. A análise crítica dos resultados, limitações e potencialidades do projeto evidencia a necessidade de superação de ações isoladas, além de orientar a estruturação de práticas pedagógicas e políticas institucionais que, de fato, promovam a cultura empreendedora e o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI.

A experiência relatada demonstra que o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, fundamentais para a formação de engenheiros alinhados às demandas contemporâneas, depende de uma articulação efetiva entre políticas institucionais, formação continuada de docentes e integração curricular. Dessa forma, este capítulo consolida o entendimento de que a inovação educacional em engenharia requer não apenas iniciativas pontuais, mas uma abordagem sistêmica e sustentável, capaz de transformar a cultura institucional e impactar de forma duradoura o perfil dos egressos.

O próximo capítulo se fundamenta em um referencial integrado, que articula ensino de engenharia, formação por competências, educação empreendedora e metodologias ágeis, oferecendo a base conceitual necessária para sustentar e aprofundar as proposições desta pesquisa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO INTEGRADO: ENSINO DE ENGENHARIA, COMPETÊNCIAS, EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E METODOLOGIAS ÁGEIS

A presente pesquisa se fundamenta em um referencial teórico construído a partir da articulação entre quatro eixos complementares: as transformações no ensino de engenharia, frente às exigências contemporâneas, a formação por competências para o século XXI, a educação empreendedora como proposta pedagógica crítica e o ensino ágil como abordagem metodológica orientada à aprendizagem ativa e ao protagonismo estudantil. Esses eixos são atravessados por princípios oriundos da EPT, da pedagogia crítica e da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), os quais oferecem suporte à análise das práticas formativas e à construção da proposta defendida nesta tese.

A escolha por um referencial teórico integrado responde à necessidade de superar a fragmentação disciplinar e o tecnicismo ainda presentes na formação em engenharia, valorizando uma perspectiva omnilateral e socialmente referenciada (Frigotto, 2007; Bazzo, 2012; Ciavatta, 2014). Como destaca Bazzo (2012, p. 19), “[...] o tecnicismo, ao privilegiar apenas o domínio instrumental, impede a compreensão crítica do papel social do engenheiro e limita sua atuação à mera execução de tarefas”.

Tal perspectiva recusa a adaptação passiva às mudanças do mercado e reivindica uma educação comprometida com a transformação do próprio sentido das mudanças, como propõe Ciavatta (2014, p. 188): “[...] a educação pela qual precisamos trabalhar não é a que procura nos adaptar para os novos tempos, mas sim a que propõe a mudança do próprio sentido das mudanças”. Ao dialogar com fundamentos da EPT, da pedagogia crítica, especialmente a perspectiva freiriana de educação como prática transformadora (Freire, 1996) e das abordagens CTS, busca-se analisar as práticas pedagógicas, sob o prisma da formação integral, ética e comprometida com a realidade social (Ramos, 2014; Saviani, 2013; Santos, 2018).

Cada um desses fundamentos será discutido nas seções seguintes, de modo a sustentar a hipótese de que a formação docente constitui elemento-chave para a construção de percursos pedagógicos integradores e transformadores no campo da engenharia. O diálogo com autores nacionais e internacionais consagrados confere densidade ao arcabouço teórico e fortalece a análise crítica das práticas formativas, fundamentando o desenvolvimento de estratégias pedagógicas alinhadas às demandas contemporâneas.

Ao final deste capítulo, pretende-se evidenciar que a integração entre ensino ágil, educação empreendedora e desenvolvimento de competências para o século XXI, ancorada em

fundamentos filosófico-pedagógicos sólidos, representa um caminho promissor para a formação de engenheiros críticos, criativos e socialmente comprometidos, aptos a atuar como agentes de transformação em contextos complexos e dinâmicos.

3.1 Ensino de Engenharia: transformações e desafios para o século XXI

A formação em engenharia no Brasil tem sido historicamente marcada por uma racionalidade tecnicista e fragmentada, voltada predominantemente à capacitação instrumental e ao atendimento das demandas imediatas do mercado (Bazzo, 2012). Essa lógica reducionista, ainda presente em muitas matrizes curriculares, distancia-se dos princípios da formação omnilateral e da articulação entre saberes científicos, tecnológicos e sociais, comprometendo a constituição de sujeitos críticos e comprometidos com a transformação da realidade (Frigotto, 2007; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2010).

Essa problemática está enraizada na própria história da educação brasileira, marcada pela dualidade estrutural entre uma formação propedêutica voltada às elites e uma formação técnica destinada à classe trabalhadora (Frigotto, 2007; Ramos, 2014). Como destacam Silva e Mello (2023), essa divisão reflete a lógica de classes do sistema capitalista e perpetua a separação entre trabalho manual e intelectual, dificultando a construção de um currículo verdadeiramente integrado e emancipador.

A superação dessa dualidade exige a adoção dos princípios da politecnia e da formação omnilateral, que buscam integrar trabalho, ciência, cultura e tecnologia como dimensões indissociáveis da formação humana (Ciavatta, 2014). Nesse sentido, a educação politécnica, ao propor a superação do tecnicismo e da fragmentação disciplinar, reivindica uma formação integral, ética e socialmente comprometida, capaz de preparar sujeitos críticos para intervir e transformar a realidade (Frigotto, 2007).

Alguns exemplos históricos reforçam que alternativas à lógica de mercado são possíveis e já foram implementadas em larga escala. As experiências da educação politécnica na Revolução Russa e na Revolução Cubana demonstram que a integração entre trabalho, ciência e cultura pode ser motor de emancipação social e de superação da fragmentação curricular (Ciavatta, 2014). Nessas experiências, a escola unitária e o princípio da integração entre ensino, trabalho e vida social foram fundamentais para formar sujeitos críticos, autônomos e emancipados, capazes de intervir em sua realidade (Ciavatta, 2014; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2010).

Tais referências históricas evidenciam que a luta por uma educação integrada e omnilateral é, antes de tudo, uma luta política, e que a democratização do acesso ao conhecimento passa necessariamente pela superação das dualidades impostas pelo sistema capitalista (Ciavatta, 2014; Frigotto, 2007). Segundo Silva e Mello (2023, p. 71), “[...] a dualidade é o princípio subjacente da divisão de classes no sistema de produção capitalista, uma vez que os trabalhadores continuam a gozar dos privilégios da elite”. Essa herança histórica ainda se reflete nas estruturas curriculares e oportunidades de formação.

No contexto da EPT, esse cenário revela contradições estruturais (Frigotto, 2007; Ramos, 2014). De um lado, os cursos de Engenharia são pressionados por indicadores de desempenho e pela orientação para a empregabilidade; de outro, há diretrizes nacionais que apontam para uma formação integral, ética e vinculada ao mundo do trabalho, conforme expresso nas DCN (Brasil, 2019). A superação dessas contradições exige uma concepção formativa que vá além da técnica e do conteúdo disciplinar, incorporando a mediação pedagógica como prática social e intencional (Ramos, 2014; Santos, 2018).

O conceito de politecnia, enquanto síntese de saberes diversos e historicamente produzidos, permite romper com a visão utilitarista do ensino de engenharia e aproximá-lo das dimensões culturais, éticas e políticas da atuação profissional (Saviani, 2013; Frigotto, 2007; Ramos, 2014). A perspectiva omnilateral, por sua vez, reforça a necessidade de desenvolver integralmente os estudantes, considerando não apenas suas competências técnicas, mas também as dimensões humanas, sociais e criativas (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

A omnilateralidade, como defende Saviani (1989), implica superar o desenvolvimento parcial e promover a formação integral do sujeito, articulando teoria e prática, trabalho intelectual e manual. Como ressalta Manacorda (1969 *apud* Silva; Mello, 2023, p. 75), “[...] o trabalho alienado produz unilateralidade, pois o trabalhador se deforma e cretiniza a si mesmo”, o que reforça a necessidade de currículos integrados e políticas públicas inclusivas. Dessa forma, a integração curricular e as políticas públicas inclusivas se tornam fundamentais para garantir o desenvolvimento multilateral dos estudantes, promovendo uma formação que abranja todas as dimensões da prática produtiva moderna e contribua para a emancipação social.

Saviani (2013), como outros autores, denuncia que a dissociação entre teoria e prática, ainda recorrente nos cursos técnicos e superiores, impede o desenvolvimento da consciência crítica e reduz a escola a um espaço de transmissão. Essa crítica é reforçada por Freire (1996), ao defender que a educação deve ser um ato político e libertador, que fomente a curiosidade epistemológica e a leitura do mundo. Ainda para Freire (1996), educar é inseparável de formar sujeitos autônomos, éticos e historicamente situados.

No ensino de engenharia, essa perspectiva exige uma reorganização didático-pedagógica que integre CTS, conforme argumenta Bazzo (2012, p. 32), ao defender que “[...] a formação do engenheiro deve ser pautada por uma visão integrada, capaz de articular saberes científicos, tecnológicos, éticos e sociais, superando a fragmentação curricular e o tecnicismo”. Tal abordagem desloca o foco da simples aplicação técnica para a problematização das relações sociais, ambientais e econômicas que envolvem o fazer do engenheiro (Bazzo, 2012). Trata-se, assim, de repensar a prática pedagógica como espaço de formação crítica, situada e transformadora, conectada aos desafios do século XXI e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Organização das Nações Unidas, 2015; Trilling; Fadel, 2009).

Nesse cenário, a tese aqui desenvolvida assume como pressuposto que não basta apenas incluir novas tecnologias ou metodologias na formação em engenharia, é necessário repensar profundamente a finalidade da educação, a mediação docente e os vínculos entre saberes e fazeres, entre ensino e extensão, entre o mundo acadêmico e o mundo do trabalho. Essa reorientação formativa será discutida nas próximas seções, a partir da análise das competências requeridas no século XXI, da proposta de educação empreendedora e das metodologias ágeis como instrumentos pedagógicos integradores.

3.2 Competências para o século XXI: dimensões socioemocionais e *soft skills*

As transformações sociais, tecnológicas e ambientais das últimas décadas impuseram novos desafios à formação humana e profissional. No campo da engenharia, essas mudanças evidenciam a insuficiência de uma formação centrada apenas nas competências técnicas, exigindo a superação da fragmentação entre ciência, técnica, ética e sociedade (Bazzo, 2012). Para Bazzo (2012, p. 27), “[...] a formação do engenheiro deve articular saberes científicos, tecnológicos, sociais e éticos, promovendo uma visão omnilateral e crítica da atuação profissional”.

Assim, torna-se necessário formar profissionais capazes de lidar com situações complexas, trabalhar colaborativamente, atuar com responsabilidade ética e se adaptar a contextos em constante mutação. Como destacam Trilling e Fadel (2009), tais transformações exigem novas formas de ensinar e aprender, articuladas ao desenvolvimento de competências que integrem saberes conceituais, operacionais, sociais e comunicativos, capazes de responder a uma realidade cada vez mais dinâmica, digital e interdependente.

A formação omnilateral, tal como concebida na EPT, amplia o horizonte formativo do futuro engenheiro, ao articular trabalho, ciência, tecnologia e cultura, em uma perspectiva

integral, para além de uma preparação estritamente tecnicista. Essa concepção permite compreender o engenheiro não apenas como executor de soluções técnicas, mas como sujeito crítico, capaz de ler os territórios em que atua, dialogar com diferentes atores sociais e intervir de forma ética, solidária e inovadora nas dinâmicas do mundo do trabalho.

Ao adotar a formação omnilateral como referência, esta tese assume que o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI passa pela integração entre conhecimentos específicos da engenharia, competências socioemocionais e compromisso com a transformação social dos contextos em que a formação ocorre.

3.2.1 Competências para o século XXI

O conceito de competências para o século XXI emerge como resposta às novas demandas educacionais e sociais impostas pela globalização, pela inovação tecnológica e crescente complexidade dos problemas contemporâneos (Griffin; Care, 2015; Trilling; Fadel, 2009). Segundo o projeto internacional *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (ATC21S), essas competências são organizadas em quatro grandes categorias: (1) formas de pensar: criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas; (2) formas de trabalhar: colaboração e comunicação; (3) ferramentas para trabalhar: fluência digital e informacional; (4) modos de viver no mundo: cidadania e responsabilidade social (Griffin; Care, 2015; Binkley *et al.*, 2012; Voogt *et al.*, 2013).

Essas competências podem ser agrupadas, de forma didática, em: competências cognitivas, como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas complexos; competências digitais e colaborativas, relacionadas ao uso da tecnologia para inovação e trabalho em equipe; competências sociais e emocionais, que abrangem comunicação, empatia e autorregulação emocional; competências éticas e sociais, como tomada de decisão responsável, integridade e impacto social (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015; Trilling; Fadel, 2009; Binkley *et al.*, 2012; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015).

Nessa perspectiva, Perrenoud (2002, p. 17) define competência como a capacidade de “[...] mobilizar conhecimentos para enfrentar situações complexas [...]”, destacando seu caráter integrador e contextualizado, o que a torna especialmente relevante na formação para profissões de alta complexidade, como a engenharia. Considerando esse panorama, é fundamental reconhecer que, além das competências técnicas e cognitivas, as competências socioemocionais

desempenham papel central na formação de profissionais preparados para os desafios do século XXI (Trilling; Fadel, 2009; Brasil, 2017). Essa dimensão será aprofundada na próxima seção.

3.2.2 Competências socioemocionais

As competências socioemocionais constituem um subconjunto fundamental das competências para o século XXI, voltadas ao desenvolvimento do autoconhecimento, da autorregulação emocional, da empatia e convivência ética (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015). De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2015), essas competências influenciam diretamente a aprendizagem, o bem-estar, a produtividade e o engajamento social, sendo determinantes para o sucesso pessoal e profissional em contextos cada vez mais complexos e interdependentes.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2015) ressalta que tais habilidades devem ser promovidas nos processos formativos como parte de uma educação integral, que transcende a dimensão puramente cognitiva e valoriza o desenvolvimento humano em suas múltiplas dimensões. Entre as competências socioemocionais, destacam-se: autocontrole, perseverança, empatia, colaboração, responsabilidade social e tomada de decisão ética. O desenvolvimento dessas competências é indispensável para a formação de sujeitos autônomos, críticos e colaborativos, aptos a lidar com os desafios contemporâneos e a contribuir para a construção de sociedades mais justas e solidárias (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015).

Além disso, pesquisas recentes indicam que o fortalecimento das competências socioemocionais está associado à melhoria do desempenho acadêmico, à redução de comportamentos de risco e à promoção de ambientes escolares mais saudáveis e inclusivos (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015). Por isso, a promoção dessas habilidades demanda intencionalidade pedagógica, formação docente adequada e integração entre teoria e prática, reconhecendo o papel das emoções e das relações interpessoais no processo de aprendizagem (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2015).

Em síntese, as competências socioemocionais são indispensáveis para a formação integral dos engenheiros do século XXI, pois potencializam a autonomia, colaboração e responsabilidade social. Na sequência, serão discutidas as *soft skills*, um conjunto de

habilidades complementares e cada vez mais valorizadas no contexto profissional contemporâneo.

3.2.3 *Soft skills*

As *soft skills*, embora fortemente relacionadas às competências socioemocionais, apresentam uma ênfase mais prática e profissional, sendo frequentemente associadas ao desempenho no ambiente de trabalho e à empregabilidade em contextos de alta complexidade (Trilling; Fadel, 2009; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015).

Segundo Hirudayaraj *et al.* (2021), essas habilidades abrangem comunicação eficaz, trabalho em equipe, criatividade, resolução de problemas, capacidade de adaptação e liderança. Por sua natureza transversal, as *soft skills* são cada vez mais reconhecidas como essenciais não apenas para a inserção e permanência no mercado, mas também para o desenvolvimento de trajetórias profissionais sustentáveis e inovadoras (Hirudayaraj *et al.*, 2021).

Marin-Zapata *et al.* (2022) observam que as *soft skills* constituem atributos comportamentais altamente valorizados por empregadores de diferentes setores, especialmente nas áreas de engenharia e tecnologia, pois estão diretamente relacionadas à capacidade de inovar, colaborar, liderar equipes multidisciplinares e enfrentar contextos de mudança acelerada. Esses autores destacam ainda que a presença de *soft skills* contribui para a construção de ambientes de trabalho mais dinâmicos, inclusivos e resilientes, favorecendo a aprendizagem contínua e a adaptação a novos desafios (Marin-Zapata *et al.*, 2022).

Diversos estudos enfatizam que as *soft skills* não devem ser tratadas como complementares ou secundárias, mas como dimensões centrais da atuação profissional contemporânea (Trilling; Fadel, 2009; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015; Hirudayaraj *et al.*, 2021; Marin-Zapata *et al.*, 2022). No contexto da formação em engenharia, a integração dessas habilidades ao currículo é fundamental para superar a fragmentação entre saber técnico e competências humanas, promovendo uma formação omnilateral e alinhada às demandas do século XXI. Isso implica reconhecer que a excelência técnica, por si só, é insuficiente para a atuação ética, inovadora e colaborativa exigida dos engenheiros na contemporaneidade (Trilling; Fadel, 2009; Hirudayaraj *et al.*, 2021; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015; Holik; Sanda, 2023).

Complementarmente, inúmeras pesquisas destacam que o desenvolvimento de *soft skills* demanda metodologias pedagógicas ativas, ambientes de aprendizagem colaborativos e oportunidades para a vivência de situações reais e desafiadoras (Trilling; Fadel, 2009; Marin-

Zapata *et al.*, 2022; Hirudayaraj *et al.*, 2021). Nesse sentido, a promoção dessas competências deve ser intencional e sistematicamente planejada nos projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia, articulando teoria, prática e reflexão crítica sobre o papel social do engenheiro. Em síntese, a integração de *soft skills* ao currículo de engenharia é fundamental para formar profissionais capazes de inovar, colaborar e liderar em contextos complexos.

Na próxima seção, será discutida a articulação conceitual entre competências do século XXI, competências socioemocionais e *soft skills*, evidenciando suas inter-relações no processo formativo.

3.2.4 Relação entre competências do século XXI, competências socioemocionais e soft skills

A literatura recente evidencia que a formação em engenharia requer, cada vez mais, uma abordagem integrada de competências técnicas, socioemocionais e *soft skills*, em resposta às demandas de um mundo do trabalho dinâmico, inovador e socialmente complexo (Campos; Resende; Fagundes, 2020). Estudos sistematizados por esses autores mostram que habilidades, como criatividade, resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação eficaz, colaboração, adaptabilidade e liderança, são consideradas fundamentais tanto por empregadores quanto por educadores para a atuação autônoma, ética e inovadora do engenheiro contemporâneo (Campos; Resende; Fagundes, 2020).

Van Laar *et al.* (2020) organizam essas competências em três domínios interligados: competências cognitivas, competências de interação e comunicação e competências de autorregulação. Essa estrutura permite compreender as múltiplas dimensões envolvidas na formação por competências, especialmente no contexto da engenharia, que exige a articulação entre o saber técnico e as capacidades de convívio, julgamento e ação crítica.

Esses estudos evidenciam que tais competências não são estanques, mas se complementam e se potencializam mutuamente. O desenvolvimento de habilidades cognitivas, como o pensamento crítico e a criatividade, está intrinsecamente relacionado à capacidade de comunicação, colaboração e autorregulação emocional (Campos; Resende; Fagundes, 2020; Van Laar *et al.*, 2020). Dessa maneira, a formação de engenheiros para o século XXI demanda uma abordagem pedagógica integrada, que promova o desenvolvimento simultâneo dessas dimensões, alinhando excelência técnica e competências humanas (Santana; Lopes, 2020; Van Laar *et al.*, 2020).

A Figura 3 sintetiza essa hierarquia e interdependência conceitual, ilustrando como as competências do século XXI, as competências socioemocionais e as *soft skills* se articulam e se sobrepõem no processo formativo.

Figura 3 – Hierarquia entre competências do século XXI, competências socioemocionais e *soft skills*



Fonte: Adaptado de Van Laar *et al.* (2020).

Em síntese, reconhecer e integrar essas diferentes dimensões de competência é essencial para a formação de engenheiros aptos a inovar, liderar e atuar de forma ética e colaborativa. A seguir, discute-se como essa articulação se traduz em práticas formativas e na efetiva importância para a formação de engenheiros no cenário contemporâneo.

3.2.5 Importância para a formação de engenheiros

Historicamente, os cursos de Engenharia priorizaram competências técnicas, voltadas à resolução de problemas objetivos, físicos e tecnológicos, em detrimento das dimensões humanas, sociais e éticas (Bazzo, 2012; Frigotto, 2007). No entanto, o cenário contemporâneo demanda profissionais que também sejam capazes de atuar eticamente, liderar equipes, comunicar ideias complexas e colaborar em contextos diversos e desafiadores (Trilling; Fadel, 2009).

A literatura recente evidencia que o desenvolvimento de *soft skills* – como comunicação, trabalho em equipe, liderança, adaptabilidade e resolução de problemas – é crucial, para que engenheiros prosperem em ambientes dinâmicos e multifacetados (Campos; Resende; Fagundes, 2020). Tais habilidades complementam o conhecimento técnico e são cada vez mais

reconhecidas por empregadores como diferenciais essenciais para o sucesso profissional e o avanço na carreira (Campos; Resende; Fagundes, 2020; Hirudayaraj *et al.*, 2021).

Bazzo (2012) destaca que essa mudança de paradigma exige a superação da fragmentação entre ciência e sociedade, técnica e ética, teoria e prática. Trata-se de adotar uma formação omnilateral e integradora, que desenvolva o engenheiro como sujeito ético, crítico e inovador. Nesse sentido, a integração entre competências técnicas, socioemocionais e *soft skills* é fundamental para formar profissionais capazes de transformar o mundo do trabalho e enfrentar desafios globais de forma colaborativa, criativa e responsável (Campos; Resende; Fagundes, 2020).

Além disso, a incorporação dessas competências no currículo contribui para a criação de ambientes de trabalho mais inclusivos, resilientes e inovadores, promovendo a aprendizagem contínua e a capacidade de adaptação a novos cenários. A formação em engenharia, portanto, deve intencionalmente adotar estratégias pedagógicas que desenvolvam essas competências multidimensionais, aproximando a preparação acadêmica das demandas reais do mundo do trabalho (Campos; Resende; Fagundes, 2020).

Essa abordagem está em consonância com os princípios da EPT, que defendem uma formação integral e articulada entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia, preparando engenheiros não apenas como técnicos, mas como agentes socialmente responsáveis e transformadores (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

Em resumo, a formação de engenheiros para o século XXI requer uma mudança paradigmática em direção a um currículo integrado, que equilibre a excelência técnica com o desenvolvimento de competências socioemocionais e *soft skills*, formando profissionais aptos a inovar e liderar, de maneira ética, em um contexto global em constante transformação. Nesse horizonte, a educação empreendedora emerge como um campo estratégico para potencializar a autonomia, a criatividade e o compromisso social dos futuros engenheiros, tema que será aprofundado na próxima seção.

3.3 Educação empreendedora na formação de engenheiros

A crescente complexidade dos desafios econômicos, sociais e ambientais contemporâneos evidencia a necessidade de uma formação que transcenda o modelo tradicional de transmissão de conteúdos, exigindo a promoção da autonomia, criatividade e capacidade crítica dos sujeitos (Bazzo, 2012). Nesse cenário, a educação empreendedora emerge como um campo estratégico para o desenvolvimento de engenheiros capazes de atuar como agentes de

transformação social não apenas como solucionadores de problemas técnicos, mas como construtores de novos horizontes civilizatórios (Dornelas, 2008).

A literatura aponta que, para além da preparação para o mercado, a educação empreendedora contribui para o desenvolvimento de habilidades, como autoconhecimento, imaginação, criatividade, inovação, perseverança, liderança e tomada de decisão (Dolabela, 2003b; Dornelas, 2008). Ademais, ao incorporar práticas que estimulam o protagonismo estudantil, a resolução de problemas reais e o engajamento com demandas do território, o ensino de engenharia amplia seu escopo formativo e se alinha a uma perspectiva emancipatória e socialmente referenciada (Campos; Resende; Fagundes, 2020).

Destarte, o ensino de engenharia, ancorado em uma concepção ampliada de educação empreendedora, deve ser orientado para a formação de sujeitos autônomos, criativos, inovadores e socialmente comprometidos (Bazzo, 2012). Tal perspectiva rompe com a visão reducionista do empreendedorismo como mera ferramenta de empregabilidade, ancorando-se em fundamentos éticos, políticos e educacionais que enfatizam o protagonismo e a emancipação humana (Frigotto, 2007; Bazzo, 2012; Freire, 1996). Nessa abordagem, empreender é entendido como um processo de leitura crítica do mundo e de intervenção transformadora na realidade, em consonância com a pedagogia da autonomia proposta por Freire (1996).

Além disso, a integração de práticas empreendedoras no currículo de engenharia favorece a construção de competências essenciais para o século XXI, como criatividade, pensamento crítico, colaboração e resiliência, que são reconhecidas como indispensáveis para a atuação em contextos de incerteza e mudança (Ghafar, 2020; Mets *et al.*, 2023). O desenvolvimento dessas competências demanda metodologias ativas, projetos interdisciplinares e experiências extensionistas, que aproximem o estudante dos desafios concretos da sociedade e ampliem seu compromisso ético e social.

Em síntese, a educação empreendedora, quando articulada a uma concepção crítica e emancipatória de formação, potencializa o papel do engenheiro como sujeito histórico, capaz de inovar, liderar processos de transformação e contribuir para a construção de uma sociedade mais justa, sustentável e solidária. Cabe reconhecer, entretanto, que a educação empreendedora ainda enfrenta resistências e estigmas em parte dos debates acadêmicos e dos contextos institucionais, muitas vezes associada a enfoques estritamente mercadológicos e à lógica da competitividade individual.

Nesta tese, adota-se uma perspectiva crítica de educação empreendedora, alinhada à formação omnilateral, que enfatiza a autonomia, a criatividade, o trabalho colaborativo e o compromisso ético-social, recusando leituras reducionistas centradas apenas na criação de

negócios. Nessa chave, o empreendedorismo é compreendido como disposição para intervir nos territórios, construir projetos coletivos e propor soluções inovadoras para problemas reais, em diálogo com os princípios da EPT.

3.3.1 *Concepções de educação empreendedora*

Segundo Dornelas (2008, p. 21), empreendedorismo se refere ao “[...] envolvimento de pessoas e processos concomitantemente, a fim de ressignificarem ideias existentes e implementarem ações inéditas”. Embora essa concepção tenha origem no campo econômico, ela pode ser ressignificada no contexto educacional, especialmente quando articulada à formação para a liberdade e a autonomia.

Dolabela (2003a, p. 16), ao tratar da educação empreendedora para jovens, sustenta que “[...] não se trata de ensinar algo novo, mas de impedir que os valores antiempreendedores aprisionem o potencial criativo inerente aos seres humanos”. Em sua “Pedagogia Empreendedora”, o autor aprofunda essa compreensão, ao afirmar que “[...] o autoconhecimento e a autoestima são elementos fundamentais na aprendizagem e na construção da pulsão empreendedora, influenciando tanto o processo cognitivo quanto as relações do indivíduo com o outro e com o mundo [...]” (Dolabela, 2003b, p. 33).

Já em a “Oficina do Empreendedor”, Dolabela (1999, p. 21) enfatiza que a prática pedagógica empreendedora deve criar oportunidades, para que o estudante “[...] planeje, sonhe, arrisque e inove em ambientes reais, desenvolvendo competências que vão além do domínio técnico e alcançam a capacidade de transformar a si mesmo e o seu entorno”. Assim, a educação empreendedora, segundo o autor, deve promover ambientes educativos que favoreçam a criatividade, o protagonismo e a autonomia, elementos essenciais para a formação de engenheiros e demais profissionais comprometidos com a transformação social.

Essa abordagem pressupõe que o empreendedorismo, enquanto prática educativa, seja compreendido como um processo de leitura crítica do mundo, conforme defende Freire (1996). Nessa perspectiva, empreender não se limita à criação de soluções mercadológicas, mas implica participar ativamente da construção de novos sentidos para a vida coletiva, mobilizando experiência, consciência social e engajamento ético. Assim, a educação empreendedora assume um papel formativo que transcende a lógica da empregabilidade, orientando-se para a emancipação dos sujeitos e transformação da realidade social (Freire, 1996; Dolabela, 2003b; Guimarães; Santos, 2020).

De modo geral, a concepção crítica de educação empreendedora defendida por Dolabela (2003b), Dornelas (2008) e Freire (1996) se fundamenta na ideia de que todos os indivíduos possuem potencial criativo e transformador, sendo papel da escola e dos processos educativos criar ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento. Dessa forma, empreender se torna uma possibilidade de ação ética, crítica e inovadora, alinhada à formação de sujeitos autônomos e socialmente comprometidos.

3.3.2 Educação empreendedora na Educação Profissional e Tecnológica

No contexto da EPT, a educação empreendedora assume contornos decisivos, pois se insere em um projeto formativo que ultrapassa os limites da qualificação para o mercado (Frigotto, 2007; Ramos, 2014). Como afirma Ramos (2014), a EPT está historicamente ligada à construção de um projeto societário que busca integrar trabalho, ciência, cultura e cidadania, rompendo com a tradição da dualidade estrutural da educação brasileira.

Sob essa perspectiva, a educação empreendedora não pode ser entendida como mera estratégia de adaptação dos sujeitos às exigências do mercado, mas como possibilidade de leitura crítica da realidade e de ação transformadora sobre ela (Freire, 1996; Ramos, 2014). Trata-se de fomentar a capacidade de agir com intencionalidade ética, autonomia e responsabilidade social (Saviani, 2013; Bazzo, 2012). Isso implica formar sujeitos que não apenas dominem as técnicas, mas compreendam o papel do trabalho como princípio educativo, e da ciência como força produtiva a serviço da emancipação (Frigotto, 2007).

Portanto, ao ser integrada à EPT, a educação empreendedora precisa dialogar com o princípio da formação omnilateral, o que significa superar a fragmentação dos saberes e articular teoria e prática, com base em valores humanos e sociais (Bazzo, 2012; Ramos, 2014). Essa articulação se concretiza, por exemplo, em práticas que incentivem a criação de soluções coletivas e solidárias para problemas concretos dos territórios, aproximando o processo formativo das demandas sociais reais (Saviani, 2013; Freire, 1996).

A curricularização da extensão, nesse contexto, representa um vetor importante de conexão entre os projetos acadêmicos e as necessidades da comunidade. Conforme as diretrizes da Resolução CNE/CES nº 7/2018 e da Resolução CONSUP/IFCE nº 63/2022, a inclusão de práticas extensionistas no currículo visa aproximar a formação acadêmica das realidades sociais, promovendo o protagonismo estudantil e o compromisso com o território. Nesse cenário, iniciativas empreendedoras vinculadas à extensão podem fomentar experiências em

que os estudantes identifiquem problemas locais e desenvolvam soluções inovadoras com impacto social, fortalecendo o vínculo entre escola e comunidade.

Ademais, Freire (1996) reforça que não há neutralidade na educação e que o papel do educador é desafiar os estudantes a interpretar e transformar o mundo. Aplicado à EPT, isso significa que empreender não é apenas criar negócios, mas, sobretudo, mobilizar saberes para intervir de forma crítica e ética nas contradições da realidade.

3.3.3 Educação empreendedora no ensino de Engenharia

Na formação em engenharia, a educação empreendedora se configura como uma estratégia pedagógica eficaz para desenvolver competências requeridas no século XXI, como criatividade, pensamento crítico, liderança, colaboração e resiliência (Ghafar, 2020; Dornelas, 2008). Essas habilidades são reconhecidas internacionalmente como essenciais para o exercício da cidadania profissional em contextos marcados pela complexidade, inovação e responsabilidade social (Trilling; Fadel, 2009; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2010; Brasil, 2019).

Dornelas (2008) destaca que a educação empreendedora amplia a visão dos indivíduos, capacitando-os a identificar oportunidades, propor soluções inovadoras e agir de maneira ética em contextos de incerteza. Assim, ao integrar práticas empreendedoras ao currículo, promove-se uma formação mais completa, que articula domínio técnico, sensibilidade social e capacidade de inovação.

A integração de conteúdos e práticas empreendedoras nos currículos de engenharia, de forma transversal e contextualizada, torna-se imperativa, diante das demandas sociais e econômicas contemporâneas. Para isso, é fundamental que as instituições formadoras adotem metodologias ativas e promotoras do protagonismo discente, como projetos interdisciplinares, laboratórios vivos e desafios reais com comunidades externas (Bazzo, 2012; Trilling; Fadel, 2009; Freire, 1996).

O desafio, portanto, é conciliar as exigências técnicas da formação em engenharia com a intencionalidade pedagógica voltada à cidadania, à ética e à criatividade social. Isso exige não apenas novos conteúdos, mas uma mudança de cultura institucional e de concepção docente, de modo que o engenheiro seja formado para atuar como agente de transformação social, comprometido com a inovação, a responsabilidade e o desenvolvimento sustentável (Freire, 1996).

3.3.4 *Ecossistemas de inovação e a formação do engenheiro*

A criação de ecossistemas de inovação constitui uma estratégia relevante para potencializar a educação empreendedora e ampliar o impacto da formação em engenharia (Etzkowitz; Zhou, 2017; Dornelas, 2008). Silva, Sena e Araújo (2024) definem ecossistemas de inovação como redes interconectadas e interdependentes de atores, como universidades, empresas, governo, sociedade civil e ambientes institucionais, que modelam a dinâmica científica, tecnológica e político-econômica de uma região, promovendo o desenvolvimento inovador de modo sustentável. Esses ambientes favorecem a infraestrutura, o apoio institucional e as oportunidades de interação, elementos fundamentais para o fortalecimento do espírito empreendedor e desenvolvimento sustentável do território (Etzkowitz; Zhou, 2017; Dornelas, 2008).

Valenti e Bueno (2020) ressaltam que as *startups* oriundas de universidades favorecem não apenas a inovação tecnológica, mas também a aproximação entre conhecimento acadêmico e demandas sociais. Nesse sentido, a promoção de *spin-offs* acadêmicos representa uma via promissora para a difusão do conhecimento científico e tecnológico, conectando a universidade aos desafios concretos do desenvolvimento local e regional.

Sob a ótica da inovação sistêmica, o modelo da tríplice hélice, que articula universidade, indústria e governo, proposto por Etzkowitz e Zhou (2017), revela-se eficiente para fomentar a inovação ancorada em políticas públicas e práticas colaborativas. Essa articulação fortalece a função social da universidade, amplia o alcance das práticas formativas e contribui para a construção de ambientes de aprendizagem dinâmicos e interdisciplinares.

No IFCE, experiências como o Projeto *Startup* IFCE, o MOVEIT e a Empresa Júnior Catavento demonstram o potencial formativo de iniciativas que integram ensino, pesquisa, extensão e desenvolvimento regional. Esses espaços funcionam como laboratórios reais de aprendizagem, onde os estudantes vivenciam a complexidade da inovação, exercitam competências do século XXI e atuam com protagonismo e responsabilidade (Lima *et al.*, 2021).

A literatura destaca que a consolidação de ecossistemas de inovação em instituições de ensino superior demanda o envolvimento ativo de lideranças institucionais, a criação de ambientes favoráveis ao empreendedorismo e a articulação estratégica com atores do território, como empresas, órgãos públicos e organizações da sociedade civil (Escalfoni *et al.*, 2018; Valenti; Bueno, 2020). Com isso, ao integrar iniciativas estruturadas de ensino, pesquisa e extensão, a instituição de ensino amplia sua relevância social e contribui para a formação de engenheiros comprometidos com a transformação do território e da sociedade.

3.3.5 *Desafios e perspectivas*

Embora a educação empreendedora possua elevado potencial emancipador, seu desenvolvimento não está isento de riscos e ambiguidades (Dolabela, 2003b; Dornelas, 2008). Estudos, como o de Alves, Klaus e Loureiro (2021), alertam para a tendência de mercantilização da educação, em que o empreendedorismo é instrumentalizado como sinônimo de competição e maximização de lucros, deslocando o foco da formação cidadã para a lógica do desempenho individual e produtividade.

Esse risco se torna ainda mais evidente quando políticas educacionais importam, de modo acrítico, modelos empresariais e gerenciais, substituindo a formação integral dos sujeitos por treinamentos voltados exclusivamente à empregabilidade (Freire, 1996; Dolabela, 2003b). Nesses contextos, o discurso do “empreendedor de si” pode obscurecer as desigualdades sociais, responsabilizando o indivíduo por problemas estruturais e desconsiderando as condições objetivas de inserção social (Frigotto, 2007). É fundamental, portanto, distinguir uma educação empreendedora crítica orientada à transformação social e à emancipação de uma educação empresarial, voltada apenas à adaptação e à reprodução das lógicas do mercado (Dolabela, 2003b; Freire, 1996).

Como destaca Ciavatta (2014), a educação pela qual se precisa lutar não é aquela que apenas prepara para os novos tempos, mas sim que propõe a transformação do próprio sentido das mudanças. Isso significa que a educação empreendedora deve recusar a lógica da adaptação passiva e da individualização das responsabilidades, promovendo a leitura crítica do mundo e a ação coletiva transformadora.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível que os projetos de educação empreendedora estejam ancorados em valores éticos, sociais e ambientais, como recomenda a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2015), em sua proposta de educação para o desenvolvimento sustentável. Isso implica, por exemplo, incorporar nos currículos discussões sobre justiça social, trabalho decente, inclusão produtiva e inovação com base comunitária, ampliando o compromisso da formação com a construção de sociedades mais justas e solidárias.

Assim, a educação empreendedora no ensino de engenharia deve ser compreendida não apenas como uma estratégia metodológica ou alternativa de inserção no mercado de trabalho, mas, sobretudo, como prática pedagógica comprometida com a transformação social, a equidade e a sustentabilidade. Essa perspectiva reafirma o papel da educação como direito coletivo e instrumento de construção de uma cidadania ativa e crítica, capaz de enfrentar os

desafios do século XXI, de forma colaborativa, inovadora e responsável (Freire, 1996; Dolabela, 2003b; Griffin; Care, 2015).

3.4 Ensino ágil e metodologias ativas na educação de Engenharia

As transformações sociais, econômicas e tecnológicas do século XXI exigiram a ressignificação das práticas pedagógicas no ensino de engenharia (Campos Junior; Bagatini, 2023). O modelo tradicional, centrado na transmissão unidirecional de conteúdos e em uma estrutura curricular rígida, tem se mostrado insuficiente para formar engenheiros capazes de atuar de maneira crítica, criativa e adaptável às mudanças contemporâneas (Fernandes; Dinis-Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021).

Nesse contexto, metodologias ativas e métodos ágeis aplicados à educação vêm ganhando destaque, pois promovem um ensino mais dinâmico, colaborativo e centrado no protagonismo estudantil, favorecendo autonomia e criatividade (López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019). Segundo Günther (2024) e Valença (2023), as metodologias ativas englobam práticas, como ABP, sala de aula invertida, gamificação e aprendizagem cooperativa, promovendo maior engajamento discente e conectando teoria e prática, o que prepara o estudante para os desafios do século XXI. Esse protagonismo estudantil é viabilizado por atividades instrucionais que estimulam participação, investigação, reflexão, uso do erro como parte do processo e o *feedback* contínuo, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura (Freire, 1996; Angelo *et al.*, 2024).

Assim como ocorre no ambiente de desenvolvimento de *software*, o processo educacional demanda planejamento contínuo, adaptação constante e *feedback* sistemático, características igualmente descritas por Krehbiel *et al.* (2017), ao analisarem a aplicação dos princípios ágeis à educação. Stewart *et al.* (2009) salientam que as semelhanças entre o gerenciamento de projetos ágeis e o ambiente acadêmico são notáveis, pois ambos exigem organização, colaboração e capacidade de resposta às mudanças. Essa analogia reforça a pertinência de incorporar princípios ágeis ao ensino de engenharia, promovendo uma cultura de aprendizagem ativa, flexível e orientada à resolução de problemas reais.

Diversos estudos apontam que a adoção de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos, ensino por investigação e metodologias ágeis, potencializa o engajamento discente, favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais e estimula a autonomia intelectual (Krehbiel *et al.*, 2017; Charosky *et al.*, 2022). Tais abordagens deslocam o foco do

ensino transmissivo para a construção colaborativa do conhecimento, valorizando o erro, o *feedback* contínuo e a adaptabilidade curricular.

Dessa forma, a incorporação de princípios ágeis e metodologias ativas à educação de engenharia se configura como uma estratégia pedagógica indispensável para alinhar a formação dos engenheiros às demandas do século XXI (Stewart *et al.*, 2009). Assim, trata-se de promover ambientes de aprendizagem que estimulem a criatividade, o pensamento crítico, a colaboração e a capacidade de adaptação, competências fundamentais para a atuação profissional em contextos complexos e em permanente transformação (López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019).

3.4.1 Ensino ágil: conceitos e fundamentos

A educação contemporânea, diante das intensas transformações sociais, econômicas e tecnológicas, demanda abordagens pedagógicas mais flexíveis, participativas e adaptativas (Trilling; Fadel, 2009; Griffin; Care, 2015). Tais demandas têm impulsionado a adoção de estratégias que promovem o protagonismo estudantil e a construção coletiva do conhecimento, como ressaltam Griffin e Care (2015), ao destacarem o papel das metodologias inovadoras e adaptativas no contexto educacional.

O ensino ágil surge como resposta à necessidade de superar modelos tradicionais, marcados pela rigidez curricular e centralização docente (Krehbiel *et al.*, 2017). Inspirado nos princípios do Manifesto Ágil, originalmente concebido para o desenvolvimento de *software*, o ensino ágil, quando aplicado à educação, busca ressignificar a prática pedagógica e promover ambientes mais colaborativos e dinâmicos para a aprendizagem (Krehbiel *et al.*, 2017).

Enquanto o modelo tradicional privilegia o planejamento pré-determinado e a execução linear das atividades educacionais, o ensino com metodologias ágeis – que aqui se denomina ensino ágil – propõe um processo contínuo de planejamento, execução e retroalimentação (Trilling; Fadel, 2009; Griffin; Care, 2015). Stewart *et al.* (2009) salientam que o processo de ensino e aprendizagem, à semelhança do desenvolvimento ágil de projetos, requer gestão flexível, com foco no *feedback* constante e na adaptação às necessidades emergentes dos estudantes.

Dessa forma, o ensino ágil se estrutura em pilares, como: (i) protagonismo discente; (ii) colaboração horizontal entre professores e alunos; (iii) adaptabilidade curricular; (iv) aprendizagem ativa e experiencial; (v) avaliação formativa e contínua (Griffin; Care, 2015). Esses fundamentos dialogam com as teorias construtivistas da aprendizagem, especialmente

com os aportes de Dewey (1934), para quem a educação é um processo contínuo de reconstrução da experiência, e de Vygotsky (2007), ao enfatizar o papel das interações sociais e da mediação no desenvolvimento cognitivo.

Pode-se inferir, portanto, que o ensino ágil não se limita à adoção de métodos ou técnicas específicas, mas propõe uma transformação paradigmática na concepção de ensino e aprendizagem, conforme discutem López-Alcarria, Olivares-Vicente e Poza-Vilches (2019), ao evidenciarem que essa abordagem promove ambientes colaborativos, dinâmicos e orientados ao protagonismo estudantil. Essa mudança implica reconhecer o estudante como agente ativo na construção do próprio saber, valorizando competências essenciais para o século XXI, entre elas a autonomia e a criatividade (Trilling; Fadel, 2009), bem como a capacidade crítica e a colaboração (Griffin; Care, 2015; López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019).

Nessa perspectiva, destaca-se que a aplicação do ensino ágil, no contexto das engenharias, é especialmente pertinente, pois a formação de engenheiros demanda não apenas domínio técnico, mas também a habilidade de trabalhar em equipe, adaptar-se a contextos voláteis e propor soluções inovadoras para problemas complexos (Charosky *et al.*, 2022).

3.4.2 Manifesto para o ensino e aprendizagem ágil

A necessidade de reformular práticas pedagógicas em consonância com as demandas contemporâneas motivou a adaptação dos princípios do Manifesto Ágil de desenvolvimento de *software* para o campo educacional. Essa transposição não se limita a uma simples transferência técnica, mas constitui uma reinterpretação epistemológica da educação enquanto prática social, dinâmica e colaborativa (Krehbiel *et al.*, 2017). Nesse contexto, Krehbiel *et al.* (2017) propuseram o Manifesto para o Ensino e Aprendizagem Ágil, inspirado nos valores ágeis, enfatizando a adaptabilidade, a colaboração, a valorização do processo de aprendizagem e a centralidade do estudante.

Enquanto o Manifesto Ágil original prioriza indivíduos e interações sobre processos e ferramentas, a adaptação educacional reafirma a primazia das relações pedagógicas colaborativas e da aprendizagem experiencial sobre métodos prescritivos e conteúdos rígidos (Krehbiel *et al.*, 2017). Assim, o ensino ágil propõe uma ruptura com a lógica bancária da educação, criticada por Freire (2019), promovendo a aprendizagem como processo dialógico, emancipatório e centrado no sujeito.

O Manifesto para o Ensino e Aprendizagem Ágil se estrutura em seis princípios fundamentais:

- I. Adaptabilidade sobre métodos prescritivos;
- II. Colaboração sobre realização individual;
- III. Alcance de resultados de aprendizagem sobre avaliações tradicionais;
- IV. Investigação orientada pelo aluno sobre transmissão de conteúdo;
- V. Demonstração e aplicação sobre mera memorização;
- VI. Melhoria contínua sobre manutenção do *status quo*.

Esses princípios orientam a construção de ambientes de aprendizagem mais flexíveis, participativos e responsivos às necessidades dos estudantes, valorizando a autonomia, a criatividade e o engajamento crítico (Krehbiel *et al.*, 2017).

Dessa forma, o Manifesto para o Ensino e Aprendizagem Ágil se consolida como referência essencial para repensar o ensino nas engenharias e demais áreas, fomentando ambientes de aprendizagem ativos, reflexivos e adaptativos. Ao privilegiar a interação social, a construção colaborativa do saber e a formação de competências socioemocionais, o ensino ágil se alinha às exigências das competências para o século XXI, superando dicotomias tradicionais entre teoria e prática (Krehbiel *et al.*, 2017).

3.4.3 Pedagogia extrema: aprendizagem ágil nas engenharias

A urgência em transformar os métodos tradicionais de ensino, especialmente nas engenharias, impulsionou o surgimento de abordagens educacionais mais centradas no estudante, dialógicas e orientadas para a ação (D’Souza; Rodrigues, 2015). Nesse contexto, destaca-se a proposta da “Pedagogia Extrema”, concebida por D’Souza e Rodrigues (2015) como uma adaptação dos princípios da “Programação Extrema” – *Extreme Programming* (XP) – para o ambiente educacional. Trata-se, assim, de uma abordagem que visa romper com a rigidez curricular e a fragmentação do conhecimento, fomentando uma aprendizagem experiencial, colaborativa e incremental.

A Pedagogia Extrema se fundamenta em quatro valores essenciais, adaptados da XP: (i) foco nas interações entre alunos e professores, em detrimento dos processos administrativos; (ii) valorização do conhecimento prático sobre a simples obtenção de notas; (iii) promoção da colaboração entre alunos em lugar de programas de estudo fixos e inflexíveis; (iv) resposta contínua às mudanças, superando a rigidez dos planos educacionais pré-estabelecidos (D’Souza; Rodrigues, 2015).

Esses valores dialogam fortemente com os princípios defendidos por Dewey (1934) e Vygotsky (2007), para quem a aprendizagem genuína ocorre na interação, na prática e no

enfrentamento de desafios concretos. Por conseguinte, a Pedagogia Extrema promove o protagonismo discente, a autonomia intelectual e a co-construção do conhecimento, elementos imprescindíveis na formação de engenheiros aptos a atuar em contextos dinâmicos e incertos.

Além dos valores centrais, a Pedagogia Extrema é operacionalizada por meio de três características fundamentais:

- I. Aprender fazendo continuamente;
- II. Aprendizagem por colaboração contínua;
- III. Aprendizagem por testes contínuos.

Nesse cenário, o papel do professor é substancialmente ressignificado. Longe de ser mero transmissor de informações, o docente assume a função de facilitador, mediador e instigador de processos reflexivos, fomentando a autonomia e criticidade dos discentes (Freire, 1996).

Portanto, conclui-se que a Pedagogia Extrema não apenas propõe novas práticas pedagógicas, mas convoca uma nova ética da educação, pautada na dialogicidade, experimentação e responsabilidade compartilhada pelo processo de aprendizagem. Ao integrar valores ágeis e princípios construtivistas, essa abordagem contribui para a formação de engenheiros mais criativos, colaborativos e preparados para os desafios do século XXI.

3.4.4 *Aprendizagem Baseada em Projetos*

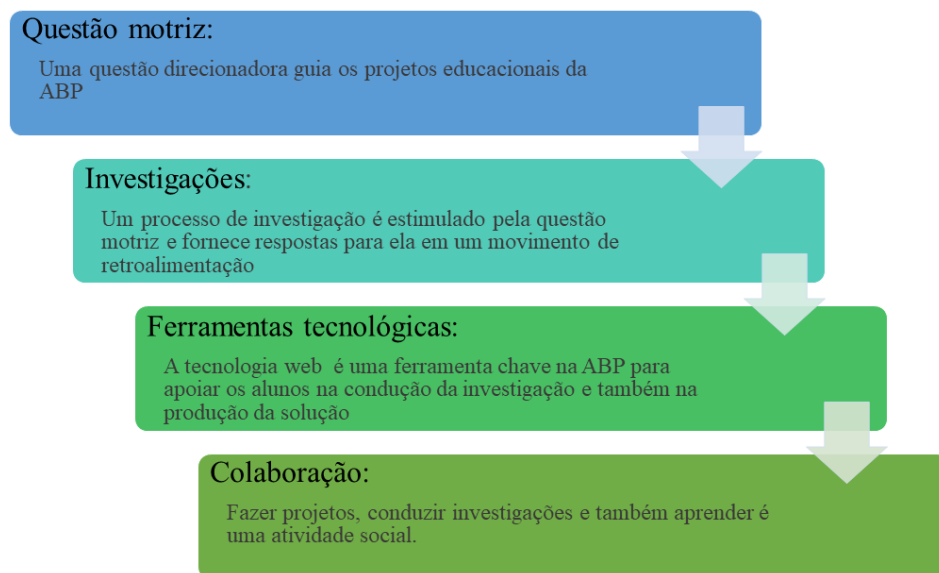
A busca por metodologias que transcendam a fragmentação do conhecimento e promovam aprendizagens significativas conduziu ao fortalecimento da ABP como abordagem pedagógica de excelência, especialmente no ensino de engenharia (Griffin; Care, 2015). Fundamentada em pressupostos construtivistas e sociointeracionistas, a ABP propõe a resolução de problemas autênticos como meio privilegiado de construção de saberes, integrando teoria e prática de forma orgânica (Ferreira; Canedo, 2019; Griffin; Care, 2015).

Nessa perspectiva, os estudantes deixam de ser meros receptores de informações e passam a atuar como agentes ativos de seu próprio processo de aprendizagem, mobilizando competências cognitivas, técnicas e socioemocionais para enfrentar situações desafiadoras do mundo real (Lin; Tan; Guo, 2023; Campos Junior; Bagatini, 2023). Conforme Lin, Tan e Guo (2023), a metodologia fomenta o pensamento crítico, a colaboração, a criatividade e a autonomia intelectual, competências imprescindíveis à formação de engenheiros capazes de inovar e atuar em contextos complexos e dinâmicos.

A estruturação da ABP repousa sobre alguns pilares essenciais: a definição de uma questão motriz que instigue a investigação, o trabalho colaborativo em equipes heterogêneas, o uso de ferramentas tecnológicas para pesquisa e comunicação, a interação com agentes externos (empresas, comunidade, organizações sociais) e a produção de artefatos concretos como evidência de aprendizagem (Ferreira; Canedo, 2019).

Diferentemente de projetos tradicionais, a ABP está integrada ao currículo e demanda dos estudantes um protagonismo efetivo na construção do conhecimento. A Figura 4 sintetiza os elementos constitutivos da metodologia.

Figura 4 – Estrutura da ABP



Fonte: Adaptado de Ferreira e Canedo (2019).

Nesse cenário, a inserção da ABP no ensino de engenharia responde às críticas apontadas por Hirudayaraj *et al.* (2021) quanto à excessiva teorização dos cursos tradicionais, propondo experiências formativas que aproximam os estudantes das demandas concretas do mercado e da sociedade. Além disso, a abordagem possibilita o desenvolvimento integrado das competências técnicas e das chamadas *soft skills*, como liderança, resolução de problemas, comunicação e resiliência (Hirudayaraj *et al.*, 2021; Campos Junior; Bagatini, 2023).

Constata-se, assim, que a ABP representa não apenas uma inovação metodológica, mas uma mudança paradigmática na concepção de ensino e aprendizagem (Griffin; Care, 2015). Ao articular conhecimentos científicos e experiências práticas em projetos socialmente relevantes, a ABP concretiza a proposta de uma educação omnilateral, comprometida com a formação integral do sujeito, conforme advogam Ramos (2014) e Frigotto (2007), no campo da EPT.

Assim, destaca-se que, na prática pedagógica da presente tese, a ABP será utilizada em articulação com métodos ágeis, especificamente o *Scrum*, potencializando ainda mais sua capacidade de promover aprendizagens dinâmicas, colaborativas e alinhadas às competências essenciais para o século XXI (Griffin; Care, 2015; Campos Junior; Bagatini, 2023).

3.4.5 A metodologia ágil *Scrum* no ensino

O método *Scrum*, originalmente concebido para o gerenciamento ágil de projetos de desenvolvimento de *software*, tem se consolidado como uma referência relevante para a inovação pedagógica, especialmente no ensino de engenharia e em contextos de ABP (Sutherland; Sutherland, 2019; Massari, 2018; Cruz, 2013). A literatura recente destaca que a aplicação do *Scrum* em ambientes educacionais favorece o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, como colaboração, autogestão, comunicação e resiliência, além de promover o engajamento dos estudantes em processos de aprendizagem ativa e incremental (Fernandes; Dinis-Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021; Lourakis; Petridis, 2023).

Conforme Cruz (2013) e Massari (2018), o *Scrum* se estrutura em torno da entrega incremental de valor, da auto-organização das equipes e da promoção da melhoria contínua, princípios que dialogam diretamente com os fundamentos da ABP e da educação por competências. Sutherland e Sutherland (2019) reforçam que a transparência, a inspeção e a adaptação são pilares do *Scrum*, facilitando a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos e colaborativos. Ademais, Lourakis e Petridis (2023) demonstram que a adoção do *Scrum* em disciplinas universitárias contribui para a progressão dos estudantes e o desenvolvimento de *soft skills*, enquanto Fernandes, Dinis-Carvalho e Ferreira-Oliveira (2021) evidenciam melhorias no desempenho de equipes estudantis em projetos de engenharia, ao se utilizar essa metodologia.

É importante destacar que o *Scrum* parte da premissa de que o conhecimento é produzido de forma iterativa e incremental, sendo constantemente aprimorado, a partir de ciclos curtos de experimentação e *feedback* (Sutherland; Sutherland, 2019). Tal concepção se aproxima da visão de aprendizagem experiencial defendida por Dewey (1934) e da teoria sociocultural de Vygotsky (2007), em que a interação social e a prática constituem elementos centrais da construção do saber.

No contexto educacional, o *Scrum* pode ser adaptado para organizar projetos acadêmicos, cursos e unidades didáticas, substituindo a rigidez dos planejamentos lineares por uma dinâmica ágil, colaborativa e orientada à resolução de problemas reais (Fernandes; Dinis-

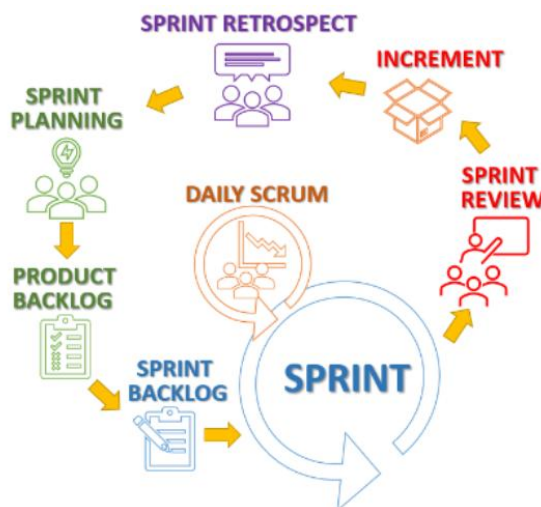
Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021; Lourakis; Petridis, 2023; Sutherland; Sutherland, 2019). De acordo com Massari (2018), o *Scrum*, adaptado para ser aplicado à educação compreende a adoção de três papéis essenciais:

- I. *Product Owner* (PO): responsável por definir as prioridades de aprendizagem e manter o foco nos objetivos educacionais a serem alcançados;
- II. *Scrum Master*: atua como facilitador do processo, removendo obstáculos, apoiando as equipes e garantindo a aderência aos princípios ágeis;
- III. Equipe de Desenvolvimento: composta pelos estudantes, que são corresponsáveis pelo planejamento, execução e entrega dos artefatos educacionais (projetos, soluções, protótipos, etc.).

Além dos papéis, o método prevê eventos fundamentais, ilustrados na Figura 5, adaptados ao ambiente acadêmico, tais como (Cruz, 2013):

- I. *Sprint Planning*: planejamento colaborativo das atividades de aprendizagem para o próximo ciclo;
- II. *Daily Scrum*: reuniões breves diárias para acompanhar o progresso e identificar impedimentos;
- III. *Sprint Review*: apresentação dos resultados obtidos, promovendo *feedbacks* construtivos;
- IV. *Sprint Retrospective*: reflexão crítica sobre o processo de aprendizagem e identificação de melhorias.

Figura 5 – Fluxo de trabalho adaptado do *Scrum* para educação



Fonte: Adaptado de Lourakis e Petridis (2023).

A implementação do *Scrum* no ensino de engenharia propicia uma série de benefícios educacionais relevantes: aumento do engajamento discente, desenvolvimento da autonomia e da capacidade de auto-organização, promoção do trabalho em equipe, fortalecimento das competências socioemocionais e estímulo à aprendizagem pela prática (Fernandes; Dinis-Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021; Lourakis; Petridis, 2023).

Dessa forma, a integração do *Scrum* ao ensino superior, especialmente em cursos de Engenharia, representa uma estratégia eficaz para alinhar a formação acadêmica às demandas do século XXI, potencializando a aprendizagem ativa, a autonomia e a preparação dos estudantes para contextos profissionais complexos e inovadores (Lourakis; Petridis, 2023; Fernandes; Dinis-Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021; Sutherland; Sutherland, 2019).

3.4.6 Curricularização da extensão na Engenharia

A exigência de integração efetiva entre ensino, pesquisa e extensão, especialmente nos cursos de Engenharia, consubstancia-se em um movimento nacional de renovação curricular que culminou na obrigatoriedade da curricularização da extensão nos cursos superiores, conforme estabelecido na Resolução CNE/CES nº 7/2018. Torna-se, assim, imperativo refletir sobre como essa política pública se articula aos objetivos de formação crítica, omnilateral e inovadora que norteiam esta tese (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

É fundamental compreender que a extensão universitária deve ser vista não como ação assistencialista, mas como espaço de práxis pedagógica, em que teoria e prática se entrelaçam em benefício da transformação social (Ramos, 2014; Brasil, 2018). Tal perspectiva se alinha à concepção freireana de educação, segundo a qual “[...] não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (Freire, 1996, p. 22), sendo ambos momentos indissociáveis da prática educativa transformadora.

No âmbito dos cursos de Engenharia, a curricularização da extensão oferece a oportunidade de vivenciar situações reais de problematização, diagnóstico e intervenção técnica, social e ambiental, promovendo o desenvolvimento integrado das competências socioemocionais e técnicas essenciais para o século XXI (Trilling; Fadel, 2009; Griffin; Care, 2015). Além, disso, a participação dos estudantes em projetos extensionistas amplia sua visão crítica de mundo, fortalece a capacidade de comunicação, liderança, trabalho em equipe e adaptabilidade, habilidades cada vez mais demandadas pelo mercado e pela sociedade contemporânea (Griffin; Care, 2015; Brasil, 2018).

Nesse contexto, a extensão curricularizada constitui um instrumento privilegiado para operacionalizar princípios fundamentais da EPT, como a formação omnilateral, a politecnia e a indissociabilidade entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura (Frigotto, 2007; Ramos, 2014; Brasil, 2018). Assim, sua efetivação não deve se limitar ao cumprimento formal de carga horária, mas se constituir em estratégia pedagógica estruturante da formação do engenheiro (Ramos, 2014).

No âmbito institucional do IFCE, essa diretriz é regulamentada pela Resolução CONSUP nº 63/2022, que estabelece as diretrizes para a política de extensão e sua integração ao currículo (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a). Tal documento reforça o papel da extensão como dimensão formativa e transformadora, destacando sua articulação com os princípios da educação omnilateral, da inclusão social e inovação tecnológica (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a; Brasil, 2018).

O contexto da presente pesquisa reflete essa compreensão. As propostas de ensino ágil e educação empreendedora aqui desenvolvidas se integram intrinsecamente ao movimento da curricularização da extensão, uma vez que mobilizam os estudantes em projetos reais junto a empresas, instituições e comunidades, articulando saberes acadêmicos e demandas sociais (Griffin; Care, 2015; Trilling; Fadel, 2009). Experiências como a disciplina GPN e eventos como o MOVEIT exemplificam essa prática, aproximando o currículo das reais necessidades da sociedade, potencializando a aprendizagem significativa (Lima *et al.*, 2021).

Dessa maneira, a curricularização da extensão emerge como elemento indispensável para a concretização de um ensino de engenharia alinhado às demandas contemporâneas, configurando-se como vetor estratégico para o desenvolvimento de competências técnicas, socioemocionais e éticas (Griffin; Care, 2015; Brasil, 2018). Reafirma-se, portanto, a importância da curricularização da extensão não apenas como exigência normativa, mas como oportunidade pedagógica para a ressignificação dos currículos de Engenharia, sob a ótica da inovação e responsabilidade social (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

A curricularização da extensão na engenharia emerge como elemento articulador central nesta pesquisa, ao vincular formação acadêmica, demandas territoriais e princípios ágeis de ensino. Ao integrar projetos de extensão aos currículos de engenharia da Rede Federal, os PPCs ganham maior pertinência contextual, promovendo o desenvolvimento de competências colaborativas, empreendedoras e socioemocionais, por meio de práticas autênticas e interdisciplinares. Esta abordagem não apenas cumpre diretrizes normativas recentes, mas também posiciona o engenheiro como agente transformador, capaz de articular ciência,

tecnologia e intervenção social, em resposta às especificidades regionais do Ceará e da Rede Federal de EPT.

3.5 Integração teórica: ensino ágil, educação empreendedora e desenvolvimento de competências

A formação em engenharia enfrenta, no período recente, o desafio de romper com a fragmentação curricular e o predomínio de uma racionalidade técnico-instrumental que dissocia teoria e prática, ciência e ética, conhecimento e vida (Bazzo, 2012). A superação dessa lógica exige uma concepção integrada de educação, que articule o desenvolvimento de competências, o protagonismo estudantil e a transformação social como dimensões constitutivas de um projeto pedagógico crítico (Griffin; Care, 2015).

A presente tese defende que a articulação entre ensino ágil, educação empreendedora e competências para o século XXI constitui um caminho promissor para responder a essa demanda, desde que sustentada por fundamentos filosófico-pedagógicos comprometidos com a formação omnilateral e os princípios da EPT (Frigotto, 2007; Ramos, 2014; Saviani, 2013).

A seguir, são discutidas as interações conceituais e pedagógicas entre esses três eixos, evidenciando seus pontos de convergência e suas implicações para o ensino de engenharia.

3.5.1 Ensino ágil como base metodológica transformadora

O ensino ágil, fundamentado em princípios de adaptabilidade, colaboração e aprendizagem contínua, propõe a superação da lógica tradicional de ensino transmissivo, centrando-se em experiências significativas e na mediação ativa entre professores e estudantes (Krehbiel *et al.*, 2017; Stewart *et al.*, 2009). Sua origem nos processos de desenvolvimento de *software* não representa um limite técnico, mas sim um ponto de partida para repensar o planejamento educacional em ciclos iterativos, reflexivos e interativos (Sutherland; Sutherland, 2019).

Dewey (1934) destaca que a aprendizagem genuína se dá na experiência e na reconstrução ativa do saber. Vygotsky (2007), por sua vez, sublinha que o desenvolvimento cognitivo ocorre na interação social mediada. Nesse sentido, o ensino ágil se mostra especialmente relevante, ao criar contextos pedagógicos em que o erro é parte do processo, o *feedback* é contínuo e o conhecimento se constrói colaborativamente (Fernandes; Dinis-Carvalho; Ferreira-Oliveira, 2021; Lourakis; Petridis, 2023).

No ensino de engenharia, isso significa criar ambientes de aprendizagem capazes de simular a complexidade do mundo real, promover o trabalho em equipe e valorizar o pensamento crítico (Trilling; Fadel, 2009). A abordagem ágil favorece, assim, a formação de competências essenciais, como autonomia, empatia, resolução de problemas e tomada de decisão, ampliando o escopo da formação para além do domínio técnico (Krehbiel *et al.*, 2017).

3.5.2 Educação empreendedora como formação para a ação transformadora

A educação empreendedora, quando ancorada em fundamentos críticos e ético-sociais, transcende a lógica da empregabilidade e do empreendedorismo individualista (Guimarães; Santos, 2020). Trata-se, assim, de fomentar a capacidade de identificar problemas socialmente relevantes, propor soluções inovadoras e atuar coletivamente na transformação da realidade (Freire, 1996; Ramos, 2014).

Dolabela (2003b) ressalta que empreender é liberar o potencial criativo inato dos sujeitos, muitas vezes tolhido por uma cultura escolar autoritária. Bazzo (2012) argumenta que o engenheiro não pode ser formado apenas como solucionador de problemas técnicos, mas como sujeito social, comprometido com os impactos humanos e ambientais de suas ações.

Ao se integrar ao ensino de engenharia, a educação empreendedora crítica estimula nos estudantes a atitude investigativa, a escuta ativa, a responsabilidade coletiva e a ação propositiva (Dolabela, 2003b; Freire, 1996). Tais aspectos são coerentes com a noção de politecnia defendida por Frigotto (2007), que implica uma formação articulada entre o saber fazer, o saber pensar e o saber transformar.

3.5.3 Desenvolvimento de competências como síntese pedagógica

As competências para o século XXI constituem o eixo articulador entre as dimensões metodológica (ensino ágil) e formativa (educação empreendedora). Segundo Trilling e Fadel (2009), essas competências abrangem quatro domínios principais: formas de pensar (criatividade e pensamento crítico), formas de trabalhar (colaboração e comunicação), ferramentas para trabalhar (tecnologia e informação) e modos de viver no mundo (ética e responsabilidade social).

Van Laar *et al.* (2020) organizam essas competências em três grupos interdependentes: cognitivas, interativas e autorreguladoras. Essa taxonomia está alinhada à proposta de formação

omnilateral, ao exigir que os sujeitos mobilizem conhecimentos técnicos, habilidades sociais e valores éticos, de forma integrada e contextualizada (Ramos, 2014; Saviani, 2013).

Santana e Lopes (2020), ao analisarem a literatura sobre formação em engenharia, identificam que essas competências são cada vez mais valorizadas por instituições de ensino, empresas e organismos internacionais. Contudo, sua efetiva incorporação aos currículos requer não apenas conteúdos novos, mas metodologias, avaliações e práticas pedagógicas alinhadas a esses objetivos.

3.5.4 *Alinhamento com os fundamentos da Educação Profissional e Tecnológica*

A EPT, conforme defendem Frigotto (2007), Ramos (2014) e Saviani (2013), propõe a superação da dualidade estrutural entre educação geral e técnica, afirmando a necessidade de uma formação omnilateral que articule trabalho, ciência, cultura e tecnologia. Essa perspectiva se distancia de abordagens meramente tecnicistas ou economicistas, defendendo uma formação integral e crítica dos sujeitos.

A integração entre ensino ágil, educação empreendedora e competências para o século XXI se coaduna com essa concepção, ao propor práticas que favorecem a autonomia intelectual, a articulação entre teoria e prática e o compromisso com a transformação social. Ao promover a interdisciplinaridade, a inovação curricular e a inserção ativa dos estudantes em projetos reais, essa tríade metodológica fortalece o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, pilar central da EPT (Frigotto, 2007; Ramos, 2014; Saviani, 2013; Trilling; Fadel, 2009).

3.5.5 *Princípios integradores da proposta*

Com base nas discussões anteriores, é possível sistematizar os princípios que orientam a proposta teórico-metodológica desta tese:

- I. Protagonismo estudantil: o discente como sujeito do processo formativo;
- II. Aprendizagem experiencial: valorização da prática concreta, da mediação e da reconstrução crítica do saber (Dewey, 1934);
- III. Integração teoria-prática: superação da dicotomia entre saber acadêmico e problemas reais;
- IV. Colaboração e trabalho em equipe: desenvolvimento de competências relacionais e de escuta ativa;

- V. Criatividade e inovação: abertura para o novo, para o erro e para a aprendizagem contínua;
- VI. Ética e responsabilidade social: compromisso com a coletividade, o território e a sustentabilidade.

Assim, entende-se que a formação de engenheiros no século XXI exige uma síntese teórico-prática que rompa com a lógica disciplinar tradicional e promova a articulação crítica entre currículo, território e sociedade. Essa é a base que orientará as estratégias pedagógicas apresentadas nos capítulos seguintes.

3.6 *Benchmarking* internacional e experiências institucionais: subsídios para a inovação curricular na Engenharia

A formação em engenharia no século XXI demanda a superação de modelos pedagógicos fragmentados, centrados exclusivamente na transmissão de conteúdos técnicos, em favor de abordagens mais integradoras, contextualizadas e socialmente referenciadas (Frigotto, 2007). Como destaca Bazzo (2012), a fragmentação curricular e o tecnicismo reduzem o papel do engenheiro a mero executor, limitando sua capacidade de compreender criticamente os impactos sociais, ambientais e éticos de sua atuação.

Nesse horizonte, esta seção tem como objetivo analisar experiências institucionais, nacionais e internacionais que oferecem subsídios teórico-práticos para o redesenho curricular dos cursos de Engenharia, em consonância com os pilares desta tese: ensino ágil, educação empreendedora e desenvolvimento de competências para o século XXI.

A seleção dos casos aqui analisados foi orientada por critérios de relevância acadêmica, acessibilidade pública das informações, diversidade geográfica e alinhamento com os fundamentos pedagógicos da presente pesquisa. Foram priorizadas iniciativas que integram ensino, extensão e pesquisa de forma transversal, adotam metodologias ativas e participativas e buscam responder a desafios reais, sejam eles sociais, ambientais, culturais ou econômicos, por meio da práxis pedagógica. Além disso, cada experiência será interpretada à luz do estudo de caso do Projeto *Startup* IFCE (Lima *et al.*, 2021).

3.6.1 *TU Delft (Holanda): integração com os ODS e projetos de impacto social*

A *Delft University of Technology* (TU Delft), uma das mais renomadas instituições europeias na área de engenharia, tem se destacado pela adoção de propostas curriculares

inovadoras voltadas à formação de profissionais socialmente comprometidos e tecnicamente preparados para enfrentar desafios complexos e interdisciplinares. Desde 2017, a universidade implementa o programa *Living Labs*, concebido como uma estratégia de ensino e aprendizagem ancorada na resolução de problemas reais, em parceria com comunidades, empresas e órgãos públicos. Essa iniciativa está alinhada aos ODS, promovendo a integração entre conhecimento técnico e responsabilidade social (Böhm, 2023).

Os *Living Labs* da *TU Delft* se estruturam como ambientes transdisciplinares, nos quais estudantes desenvolvem projetos voltados à sustentabilidade urbana, mobilidade inteligente, gestão ambiental e inclusão social, sempre em diálogo com atores do território. Essa concepção rompe com o paradigma conteudista tradicional da formação em engenharia, assumindo a educação como prática transformadora, situada e colaborativa (TU Delft, 2025).

A implementação do programa, contudo, enfrentou desafios significativos. A resistência inicial do corpo docente evidenciou tensões entre inovação curricular e tradições pedagógicas ainda marcadas pela compartimentalização do saber. Além disso, surgiram entraves institucionais relativos à formalização de parcerias externas e à adequação dos indicadores de avaliação à complexidade dos projetos desenvolvidos (Böhm, 2023).

Como resposta, a universidade instituiu ações de formação continuada para professores e gestores, com foco em metodologias ágeis, *design thinking* e mediação de conflitos territoriais. O currículo foi flexibilizado, para permitir a inserção dos *Living Labs* como componentes integradores, com ênfase na aprendizagem baseada em problemas e na avaliação qualitativa dos impactos sociais das intervenções. Os resultados alcançados incluem maior engajamento discente, fortalecimento das competências socioemocionais e éticas, valorização da interdisciplinaridade e reconhecimento institucional do papel da universidade na transformação social (Böhm, 2023).

3.6.2 MIT (EUA): formação de lideranças para problemas complexos

O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) abriga, desde 2007, o *Gordon-MIT Engineering Leadership Program* (GEL), concebido como resposta institucional à necessidade de formar engenheiros com competências técnicas, comunicacionais, éticas e gerenciais para enfrentar desafios complexos em um mundo em constante transformação². O GEL é um programa curricular e extracurricular que combina atividades de simulação, resolução de

² Informação disponível em: <https://gelp.mit.edu/>.

problemas interdisciplinares e desenvolvimento de liderança organizacional, fundamentado em metodologias ativas e princípios de aprendizagem experiencial³.

A proposta pedagógica do GEL parte do pressuposto de que a excelência técnica, embora fundamental, é insuficiente para formar líderes aptos a atuar em contextos marcados pela incerteza, diversidade de atores e urgência de soluções sustentáveis. O currículo inclui módulos temáticos sobre dilemas ético-sociais, tomada de decisão em ambientes instáveis, trabalho em equipe, negociação e comunicação não violenta, aspectos frequentemente negligenciados nos cursos tradicionais de engenharia³.

A incorporação do GEL ao ecossistema curricular do MIT, entretanto, enfrentou resistências iniciais, pois muitos docentes o percebiam como uma atividade complementar, sem conexão direta com os objetivos científicos da formação em engenharia. Com isso, a integração efetiva entre as atividades do programa e as disciplinas técnicas exigiu esforços institucionais de articulação e o desenvolvimento de uma cultura pedagógica mais horizontal e centrada no estudante³.

Para superar esses desafios, a universidade promoveu o alinhamento entre o GEL e as exigências curriculares dos cursos, por meio da criação de microcredenciais e do reconhecimento formal das competências desenvolvidas. O envolvimento de empresas parceiras, ex-alunos e profissionais do mercado também contribuiu para legitimar o programa junto à comunidade acadêmica. Ademais, o GEL passou a influenciar a reformulação de outras disciplinas, incorporando práticas, como aprendizagem baseada em projetos, *feedback* 360° e coavaliação entre pares (Gordon-MIT, 2023).

Os impactos do programa são amplamente reconhecidos, tanto no MIT quanto em outros contextos. Estudantes egressos do GEL apresentam maior índice de empregabilidade, protagonismo em iniciativas de inovação e engajamento em ações de responsabilidade social e ambiental³. A proposta do programa dialoga com a concepção de formação omnilateral defendida nesta tese, ao promover uma visão ampliada da engenharia e do papel do engenheiro como agente de transformação social.

3.6.3 Olin College (EUA): currículo cocriado com discentes e comunidade

O *Olin College of Engineering*, fundado em 1997 e sediado em Needham, Massachusetts, constitui uma experiência de referência na reinvenção do ensino de engenharia

³ Informação disponível em: <https://engineering.mit.edu/students/leadershipdevelopment/>.

no contexto global. Desde sua origem, a instituição adota como princípio estruturante a centralidade do estudante no processo formativo, promovendo a cocriação curricular entre discentes, docentes, comunidade e setor produtivo. Essa abordagem rompe com o modelo tradicional de ensino tecnicista e conteudista, propondo uma pedagogia colaborativa e adaptativa, que combina inovação, ética, impacto social e interdisciplinaridade (Somerville *et al.*, 2018).

A reformulação curricular proposta pelo *Olin College* se baseia na filosofia do *user-centered design*, cuja premissa é que a aprendizagem deve partir da escuta ativa das necessidades dos sujeitos envolvidos e das demandas emergentes da sociedade. Assim, os estudantes participam ativamente da construção dos percursos formativos, projetando em colaboração as trilhas de aprendizagem, os objetos de estudo e os critérios de avaliação, contando com professores e profissionais de diferentes áreas. As disciplinas são organizadas por projetos, com temas, como “inteligência artificial ética”, “*design* para impacto social” e “engenharia humanizada”, presentes desde os primeiros anos da formação (Somerville *et al.*, 2018).

A implementação desse modelo não foi isenta de resistências. As dificuldades iniciais incluíram a necessidade de formar um corpo docente disposto a romper com práticas centradas na autoridade do professor, bem como a superação de barreiras institucionais impostas por modelos de acreditação e exigências legais. A adaptação constante do currículo, embora desejável pedagogicamente, também implicou desafios organizacionais e operacionais, exigindo infraestrutura flexível e cultura institucional baseada na confiança e horizontalidade (Somerville *et al.*, 2018).

Para viabilizar essa proposta, a instituição adotou estratégias consistentes: formação continuada de professores em metodologias participativas, estabelecimento de parcerias permanentes com organizações sociais e tecnológicas e criação de conselhos consultivos, com representação discente ativa. Além disso, os projetos de aprendizagem são avaliados com base em indicadores de impacto social, criatividade e colaboração, substituindo a lógica tradicional de desempenho individual e meritocrático (Somerville *et al.*, 2018).

Os resultados são amplamente reconhecidos pela comunidade acadêmica e pelo setor produtivo. Os egressos do *Olin* apresentam elevado índice de empregabilidade e inserção em cargos de liderança, sendo frequentemente descritos como profissionais com pensamento sistêmico, capacidade de adaptação, visão ética e espírito inovador (Somerville *et al.*, 2018). A experiência do *Olin College* reitera, portanto, a relevância de construir modelos curriculares

cocriados, flexíveis e comprometidos com a formação integral do sujeito, convergindo com os princípios defendidos nesta tese.

3.6.4 Crandall University (Canadá): ensino ágil e inclusão cultural

A *Crandall University*, localizada em Moncton, Canadá, destaca-se pela implementação de práticas pedagógicas inovadoras voltadas à inclusão cultural e ao desenvolvimento integral de estudantes pertencentes a grupos historicamente sub-representados, especialmente povos indígenas. O projeto *ClayStone Certificate*, iniciado em 2015, representa uma experiência pioneira de hibridização entre metodologias ágeis de ensino, aprendizagem experiencial e saberes tradicionais das comunidades locais. Inspirado por princípios de justiça social e equidade educacional, o programa propõe uma abordagem formativa sensível às dimensões culturais, espirituais e comunitárias do processo educativo (Crandall University, 2023).

A proposta curricular do *ClayStone* articula ciclos de aprendizagem imersiva, com atividades ao ar livre, práticas colaborativas e *design thinking* contextualizado. O calendário acadêmico é adaptado aos ritmos e valores das comunidades indígenas envolvidas, promovendo a valorização dos modos de vida tradicionais e o fortalecimento de vínculos identitários. Essa pedagogia situada visa superar a dicotomia entre conhecimento acadêmico e saberes populares, integrando experiências sensíveis e práticas reflexivas ao processo de formação universitária (Crandall University, 2023).

A implementação do projeto enfrentou desafios significativos. Inicialmente, houve baixa adesão por parte dos estudantes indígenas, reflexo de experiências anteriores de exclusão e invisibilização cultural no ambiente acadêmico. Além disso, alguns setores institucionais demonstraram resistência à flexibilização curricular e à inclusão de conteúdos considerados “não acadêmicos”. O desafio de formar docentes aptos a atuar de maneira intercultural também se mostrou um entrave considerável (Crandall University, 2023).

Para enfrentar tais obstáculos, a universidade instituiu mecanismos de escuta ativa com lideranças indígenas, incorporou agentes culturais locais às equipes pedagógicas e desenvolveu um currículo dinâmico, centrado na aprendizagem por projetos e na avaliação formativa. Oficinas de metodologias ágeis foram adaptadas para incluir princípios de reciprocidade, circularidade do conhecimento e cuidado coletivo, em contraposição à lógica linear e individualista predominante em muitos programas de engenharia (Crandall University, 2023).

Os benefícios gerados pela iniciativa são múltiplos. Houve significativa melhora na permanência e desempenho dos estudantes indígenas, além do fortalecimento do diálogo

intercultural dentro da instituição. O programa também tem servido de referência para outras universidades canadenses interessadas em promover modelos pedagógicos mais inclusivos, culturalmente sensíveis e socialmente comprometidos. Ao associar práticas de ensino ágil à valorização dos saberes tradicionais, o *ClayStone* evidencia que inovação e ancestralidade não são dimensões excludentes, mas potencialmente enriquecedoras na construção de currículos contemporâneos (Crandall University, 2023).

A experiência da *Crandall University* contribui, portanto, para a presente tese, ao demonstrar como metodologias ágeis podem ser ressignificadas a partir das particularidades culturais dos sujeitos formandos. Tal abordagem inspira possíveis adaptações para o contexto do semiárido cearense, especialmente no âmbito da extensão tecnológica e curricularização da extensão, conforme defendido nos tópicos anteriores.

3.6.5 IFES (Brasil): extensão e formação omnilateral

O Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) implementa, desde 2016, o projeto institucional “Engenheiro do Futuro”, consolidando uma experiência emblemática de curricularização da extensão no ensino de engenharia no Brasil. Essa iniciativa responde às diretrizes estabelecidas pela Resolução CNE/CES nº 7/2018, ampliando seu alcance, ao propor uma articulação orgânica entre teoria, prática e ação social, em consonância com o conceito de formação omnilateral descrito por Freire (1996) e Trilling e Fadel (2009).

O projeto surgiu a partir da identificação de um desalinhamento entre o currículo técnico-científico tradicional e as demandas formativas impostas por uma sociedade em transformação. Por esse motivo, o IFES institucionalizou, por meio de sua regulamentação interna, a obrigatoriedade de destinação mínima de 10% da carga horária total dos cursos de graduação para atividades extensionistas, fundamentando esse processo em legislações, como a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 e o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024 (Instituto Federal do Espírito Santo, 2024).

A curricularização prevê que cada disciplina seja desafiada a estabelecer vínculos efetivos com a comunidade, integrando projetos de infraestrutura, energia renovável, agricultura familiar, acessibilidade e gestão de resíduos aos itinerários formativos. Estudantes são, assim, envolvidos em situações-problema complexas, multidisciplinares, pautadas pela relevância social e busca de soluções colaborativas (Instituto Federal do Espírito Santo, 2024).

Os desafios da implementação inicial incluíram resistência docente, necessidade de revisão de objetivos, metodologias e avaliações, bem como insegurança em relação à condução

de projetos extensionistas em ambientes externos e questões logísticas. Para superá-los, a instituição promoveu oficinas formativas, consolidou núcleos de extensão em cada curso, articulou-se com os colegiados para reorganização curricular e estabeleceu parcerias com organizações externas. O banco de problemas comunitários criado passou a alimentar os projetos das disciplinas, potencializando sua relevância social e integrando objetivos formativos (Instituto Federal do Espírito Santo, 2024).

Os impactos observados abrangem maior engajamento estudantil, desenvolvimento de competências comunicacionais, socioemocionais e éticas, bem como ampliação da compreensão crítica sobre a realidade. O contato dos estudantes com a comunidade ressignificou o sentido da prática profissional, aproximando a engenharia dos contextos concretos das populações. Como consequência, relatórios internos do IFES registram redução dos índices de evasão nos cursos que adotaram a curricularização, consolidando o projeto como referência nacional (Instituto Federal do Espírito Santo, 2024).

A experiência do IFES inspira o fortalecimento de iniciativas como o Projeto *Startup IFCE*, especialmente no processo de institucionalização da extensão como eixo estruturante do currículo, base teórica convergente com fundamentos da tese e alinhada à pedagogia da práxis e educação por competências.

3.6.6 UFABC (Brasil): currículos interdisciplinares e trajetórias flexíveis

A Universidade Federal do ABC (UFABC), criada em 2005, constitui uma experiência de destaque na inovação do ensino superior brasileiro, especialmente quanto à estrutura curricular, gestão acadêmica e concepção formativa. A instituição optou por abolir o modelo departamental tradicional, organizando-se por meio de eixos interdisciplinares e permitindo que os estudantes construam trajetórias acadêmicas flexíveis, combinando saberes das engenharias, ciências naturais, humanas e sociais (Nascimento, 2022).

A proposta curricular da UFABC está ancorada em três pilares: interdisciplinaridade, flexibilidade e autonomia discente. Os estudantes ingressam, inicialmente, em um dos bacharelados interdisciplinares (ciência e tecnologia ou ciência e humanidades) e, após cursarem um conjunto de disciplinas comuns, optam por seguir percursos especializados, como engenharia biomédica, ambiental ou aeroespacial. Essa estrutura rompe com a lógica da hiper-especialização precoce, permitindo o desenvolvimento de competências cognitivas, comunicacionais, éticas e criativas em articulação com as demandas contemporâneas (Nascimento, 2022).

A implementação desse modelo, contudo, encontrou desafios importantes. A ausência de departamentos exigiu a criação de novos arranjos de governança curricular e a redefinição de papéis docentes. Houve resistência por parte de professores oriundos de instituições tradicionais, habituados à organização por disciplinas e à lógica de especialização vertical. Também surgiram dificuldades na gestão de infraestrutura laboratorial e de avaliação acadêmica, uma vez que os projetos interdisciplinares exigem ambientes e instrumentos flexíveis e integrados (Nascimento, 2022).

Como resposta, a UFABC instituiu colegiados temáticos interdisciplinares, programas de formação continuada em práticas pedagógicas inovadoras e sistemas digitais que permitem ao estudante montar seu próprio percurso, respeitando os critérios mínimos exigidos por cada curso. Foram criadas também plataformas integradas de projetos, que conectam disciplinas de diferentes áreas com demandas reais da sociedade, promovendo articulação entre ensino, pesquisa e extensão (Nascimento, 2022).

Os resultados desse modelo são notáveis, tendo em vista que a UFABC é frequentemente reconhecida por seu alto índice de inovação pedagógica e elevada inserção dos egressos em ambientes científicos e tecnológicos de ponta. Os estudantes relatam maior autonomia e envolvimento com temas de interesse social, ambiental e tecnológico, fortalecendo competências transversais fundamentais para o século XXI, como pensamento crítico, trabalho colaborativo e capacidade de resolução de problemas complexos (Nascimento, 2022).

Para os propósitos da presente tese, a experiência da UFABC constitui uma referência relevante quanto à possibilidade de reconfigurar currículos de engenharia com base na flexibilidade, na transdisciplinaridade e no protagonismo discente. Embora o IFCE apresente limitações institucionais distintas, é possível extrair lições importantes, como a adoção de trilhas optativas interdepartamentais e a criação de núcleos temáticos que integrem saberes diversos na formação do engenheiro.

3.6.7 Síntese analítica e propostas adaptativas

Para sistematizar os principais aprendizados das experiências institucionais nacionais e internacionais analisadas, apresenta-se a seguir uma comparação. O Quadro 4 sintetiza as estratégias curriculares, os elementos inovadores e o diálogo de cada caso com o Projeto *Startup* IFCE, permitindo visualizar, de forma integrada, os pontos de convergência, as singularidades e contribuições de cada experiência para a inovação curricular em engenharia. A seleção dos

casos e dos critérios de comparação foi orientada pelos fundamentos teóricos da tese e alinhamento com os desafios e objetivos do IFCE, conforme discutido nas subseções anteriores.

Quadro 4 – Resumo das estratégias

Instituição/País	Estratégia curricular	Elementos inovadores	Conexão com o Projeto <i>Startup IFCE</i>
TU Delft (Holanda)	<i>Living Labs</i> e ODS	Sustentabilidade, projetos reais e interdisciplinaridade	Integração com território e projetos extensionistas
MIT (EUA)	GEL, liderança e projetos interdisciplinares	Microcredenciais, ética e protagonismo	Liderança, inovação e protagonismo discente
Olin College (EUA)	Currículo cocriado e projetos	Avaliação por impacto social e flexibilidade	Protagonismo, escuta ativa e flexibilidade
Crandall (Canadá)	Ensino ágil e inclusão cultural	Interculturalidade e saberes tradicionais	Extensão e diversidade cultural
IFES (Brasil)	Extensão integrada e projetos sociais	Formação omnilateral e vínculo com comunidade	Extensão como eixo curricular
UFABC (Brasil)	Interdisciplinaridade e trilhas flexíveis	Percursos personalizados e integração de saberes	Flexibilidade e interdisciplinaridade

Fonte: Elaborado pelo autor⁴.

As experiências analisadas nas subseções anteriores evidenciam que a formação em engenharia pode – e deve – ultrapassar os limites do tecnicismo e da fragmentação disciplinar, dialogando com os desafios sociais contemporâneos, por meio de práticas pedagógicas ativas, integradoras e eticamente orientadas. Embora distintas em seus contextos geográficos, institucionais e epistemológicos, as iniciativas internacionais e nacionais compartilham princípios estruturantes que se alinham diretamente aos fundamentos desta tese e ao modelo proposto no Projeto *Startup IFCE*. Dentre os elementos convergentes observados, destacam-se:

- I. Integração entre ensino, extensão e pesquisa como eixo estruturante da formação (IFES);
- II. Flexibilidade curricular e interdisciplinaridade como resposta às demandas emergentes do século XXI (UFABC, *Olin*);
- III. Desenvolvimento de competências socioemocionais e éticas, além das competências técnicas (MIT, *Crandall*);
- IV. Engajamento com problemas reais e contextualizados, articulando formação acadêmica e responsabilidade social (TU *Delft*, IFES);
- V. Valorização do protagonismo discente e da escuta ativa no processo curricular (*Olin*);

⁴ Com base nos documentos institucionais e referências citadas.

VI. Inserção em ecossistemas de empreendedorismo e inovação, com impacto local e regional (TU *Delft*, MIT).

A análise dos casos indica que a adoção de abordagens ágeis e empreendedoras transcende a mera aplicação de métodos ou ferramentas, exigindo uma transformação estrutural na lógica formativa: do ensino transmissivo para a aprendizagem situada, da passividade para a autoria e da fragmentação para a articulação curricular. Essa integração, observada tanto nos modelos internacionais quanto nos nacionais, demonstra que a combinação entre ensino ágil, educação empreendedora e desenvolvimento de competências para o século XXI constitui um alicerce consistente para a inovação na formação de engenheiros críticos, criativos e socialmente comprometidos.

Em complementação, a consolidação de uma EPT verdadeiramente emancipadora exige políticas públicas que promovam a integração curricular, a valorização do magistério e a superação das dualidades históricas, garantindo o direito à educação pública, gratuita e de qualidade para todos (Silva; Mello, 2023). Como destaca Ciavatta (2014), a luta por uma educação politécnica e omnilateral é, antes de tudo, uma luta política e social, que demanda o compromisso coletivo com a democratização do acesso ao conhecimento e a formação integral dos sujeitos. Nesse horizonte, a articulação entre ensino de engenharia, competências para o século XXI, educação empreendedora e metodologias ágeis representa um caminho promissor para a formação de engenheiros críticos, criativos e socialmente comprometidos, aptos a atuar como agentes de transformação em contextos complexos e desafiadores.

Em síntese, a análise comparada das experiências institucionais e a proposição de estratégias adaptativas delineiam o horizonte para a inovação curricular no ensino de engenharia, fundamentando as escolhas metodológicas que serão detalhadas no próximo capítulo.

O Capítulo 4 apresenta os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, explicitando o percurso investigativo, os instrumentos de coleta e análise de dados e os critérios de validação das propostas pedagógicas desenvolvidas a partir deste referencial teórico.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E CAMINHOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta o percurso metodológico que sustenta a investigação, explicitando os pressupostos epistemológicos, as escolhas teórico-metodológicas e os instrumentos empregados na produção, análise e validação dos dados. A pesquisa é concebida a partir de uma abordagem crítica e implicada, que a entende não apenas como diagnóstico, mas como processo formativo, dialógico e transformador, frente aos desafios históricos e institucionais do ensino de engenharia na Rede Federal.

Empiricamente, o estudo focaliza cursos de Engenharia ofertados no IFCE, com ênfase no *campus* Maracanaú, que constituiu o principal campo de observação e intervenção da pesquisa. Em etapas específicas de produção e validação de dados, particularmente nas aplicações de instrumentos e na discussão de dispositivos formativos, foram também envolvidas experiências e sujeitos vinculados ao *campus* Fortaleza, sempre de forma explicitada nas seções correspondentes. Essa delimitação de *campi* e cursos orienta a leitura dos procedimentos metodológicos e a interpretação dos resultados, evitando ambiguidades quanto ao universo efetivo da investigação.

A organização do capítulo contempla sete seções que articulam objetivos, referenciais teóricos e estratégias empíricas, de forma coerente e transparente. Inicialmente, descreve-se o paradigma que fundamenta a pesquisa, seguido da abordagem qualitativa e da triangulação metodológica como recurso de validade e rigor. Na sequência, são apresentados os instrumentos de coleta, as etapas do processo investigativo, os procedimentos éticos, as estratégias analíticas e, por fim, as reflexões críticas sobre limites e potencialidades do método.

Essa estrutura busca conferir clareza e rastreabilidade ao percurso investigativo, ao mesmo tempo em que reafirma o compromisso com a articulação entre teoria e prática, a escuta qualificada dos sujeitos institucionais e a construção de dispositivos formativos alinhados às demandas contemporâneas do ensino de engenharia.

4.1 Paradigma da pesquisa e fundamentos metodológicos

Esta pesquisa está ancorada no paradigma crítico-dialógico, entendido como uma concepção de ciência comprometida não apenas com a descrição dos fenômenos, mas principalmente com a transformação das práticas sociais e educativas. Inspirada em Freire (1996), essa perspectiva reconhece o conhecimento como um processo situado, histórico e

coletivo, construído a partir da problematização da realidade e da escuta ativa dos sujeitos envolvidos.

A adoção desse paradigma se manifesta na escolha por uma abordagem qualitativa, complementada por estratégias quantitativas, articulando pesquisa-ação crítica (Thiollent, 2011) e estudo de caso (Yin, 2015; Lüdke; André, 2018). Tais delineamentos metodológicos extrapolam a mera categorização técnica, expressando um posicionamento ético, político e epistemológico do pesquisador, que se reconhece como sujeito implicado na realidade investigada. Assim, o ato de pesquisar é compreendido como oportunidade de formação mútua, produção de sentidos e mobilização institucional, em consonância com uma ciência socialmente referenciada.

O percurso metodológico foi estruturado em três eixos complementares, que dialogam com as seguintes dimensões do currículo:

- I. Análise crítica de documentos curriculares, normativos e institucionais (currículo prescrito);
- II. Escuta qualificada de docentes, estudantes e gestores (currículo vivido);
- III. Proposição e validação colaborativa de dispositivos formativos inovadores (currículo propositivo).

Essa tríade de análise, inspirada na teoria crítica do currículo e nas contribuições de Moreira e Silva (2013), organiza o movimento investigativo da crítica à proposição, articulando leitura da realidade, escuta dos sujeitos e intervenção situada. Ao adotar esse arranjo metodológico, busca-se responder aos desafios concretos da formação em engenharia, tensionando lacunas históricas e apontando caminhos para uma práxis educativa mais integrada, sensível e comprometida com as demandas do século XXI.

Dessa forma, a presente pesquisa assume o compromisso de articular teoria e prática, promovendo a construção coletiva de conhecimento e a transformação institucional, em sintonia com os princípios da pesquisa-ação crítica e da educação emancipadora.

4.2 Abordagem qualitativa e triangulação dos dados

A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa é predominantemente qualitativa, orientada por uma perspectiva compreensiva e crítica da realidade educacional, a qual entende o conhecimento como uma construção social mediada por linguagem, cultura, poder e historicidade (Creswell, 2007; Lüdke; André, 2018). Assim, a escuta dos sujeitos não se restringe à coleta de informações descritivas, mas busca captar os sentidos, contradições,

silêncios e emergências que atravessam discursos e práticas dos atores envolvidos no processo de formação em engenharia.

A natureza qualitativa da investigação se manifesta na escolha de instrumentos e procedimentos que valorizam a narrativa experiencial, a expressão simbólica e a análise interpretativa, tais como entrevistas semiestruturadas, grupos focais, dinâmicas poéticas realizadas em oficinas com docentes e análise de documentos institucionais (Creswell, 2007; Lüdke; André, 2018). Soma-se, ainda, a Análise Temática Reflexiva (ATR), proposta por Braun e Clarke (2006, 2019), adotada como principal técnica analítica para identificação, interpretação e sistematização dos sentidos emergentes nos dados empíricos. A ATR foi conduzida de modo iterativo e indutivo, respeitando princípios de profundidade, rigor interpretativo e compromisso ético com os sujeitos participantes.

Serão apresentadas quatro ATRs complementares, dirigidas a distintos núcleos de dados: (i) ATR das DCN e Documentos Norteadores; (ii) ATR dos PPCs dos cursos de Engenharia do IFCE; (iii) ATR das entrevistas com gestores, coordenadores de curso e professores do IFCE; (iv) ATR dos registros do grupo focal e das poesias produzidas na oficina com professores e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú.

Ainda que qualitativa em sua essência, a pesquisa incorpora elementos quantitativos como estratégia complementar para ampliar a escuta e fortalecer a validade interpretativa. Para tanto, foram aplicados questionários estruturados com escalas do tipo *Likert* a estudantes e docentes dos cursos de Engenharia do IFCE, *campus* Maracanaú. Os dados obtidos foram analisados por meio de estatísticas descritivas, análise fatorial e Teoria da Resposta ao Item (TRI), visando identificar padrões de percepção, avaliar a aderência à proposta formativa e mapear possíveis dissonâncias entre grupos e dimensões investigadas (Hair *et al.*, 2019; Corrar; Paulo; Dias Filho, 2007; Reckase, 1979; Creswell, 2007).

A articulação entre métodos e fontes empíricas se configura como estratégia de triangulação metodológica, compreendida aqui não como simples cruzamento de dados, mas como movimento analítico que permite a emergência de múltiplas vozes e a construção de uma leitura mais densa e complexa do fenômeno investigado (Creswell, 2007; Lüdke; André, 2018; Mathison, 1988; Yin, 2015). Foram triangulados documentos institucionais e normativos (currículo prescrito), percepções de estudantes, docentes e gestores (currículo vivido) e produtos formativos construídos ao longo da pesquisa (currículo propositivo).

Essa triangulação fortaleceu a confiabilidade da análise e permitiu a construção de uma leitura crítica e situada da formação em engenharia, evidenciando tanto as tensões estruturais

que atravessam os cursos do IFCE quanto as potências pedagógicas emergentes das práticas e proposições colaborativas dos sujeitos institucionais.

4.3 Técnicas e instrumentos de coleta: questionários, entrevistas e grupo focal

A produção dos dados nesta pesquisa foi orientada por uma lógica metodológica plural, triangulada e implicada, reconhecendo o valor das múltiplas formas de expressão dos sujeitos – discursivas, simbólicas e estatísticas –, compreendendo a realidade investigada como fenômeno multidimensional, atravessado por relações institucionais, culturais e políticas. Com base nessa premissa, foram mobilizadas técnicas qualitativas e quantitativas, articuladas de modo a construir uma escuta ampliada, crítica e situada sobre a formação em engenharia no IFCE (Lüdke; André, 2018; Creswell, 2007).

O primeiro instrumento de coleta foi a análise documental, orientada por uma leitura crítica de documentos institucionais e normativos, como os PPCs, as DCN da engenharia e a Resolução nº 63/2022 do IFCE, que institui a curricularização da extensão. Seguindo a perspectiva de Lüdke e André (2018), essa técnica possibilita compreender a complexidade dinâmica do currículo prescrito, identificar os referenciais formativos que formalmente orientam os cursos de Engenharia e mapear as lacunas, tensões e convergências entre o discurso normativo e as práticas efetivas, considerando o pesquisador como sujeito implicado na interpretação dos sentidos e na dinâmica dos fenômenos educacionais.

Na sequência, foram aplicados questionários estruturados em escala *Likert* com estudantes ($n \approx 150$) e docentes ($n \approx 30$) dos cursos de Engenharia do IFCE, *campus* Maracanaú. Os questionários foram organizados em blocos temáticos, abordando: (i) competências do século XXI; (ii) experiências com extensão, inovação e metodologias ativas; (iii) avaliação da trilha formativa proposta. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística descritiva, análise fatorial e, no caso dos estudantes, à TRI, permitindo identificar padrões de percepção, níveis de proficiência e tendências gerais de aceitação das propostas formativas (Hair *et al.*, 2019; Corrar; Paulo; Dias Filho, 2007; Reckase, 1979; Creswell, 2007).

No eixo qualitativo, a escuta foi aprofundada por meio de entrevistas semiestruturadas com professores participantes das oficinas pedagógicas e da formação crítica promovida pela pesquisa. As entrevistas, enquanto instrumento privilegiado da pesquisa qualitativa em educação (Lüdke; André, 2018), seguiram roteiro flexível, com questões abertas voltadas à compreensão das percepções docentes sobre competências transversais, uso de metodologias ágeis no ensino, limites estruturais da prática pedagógica e viabilidade da trilha formativa. As

entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas segundo os procedimentos da ATR, conforme Braun e Clarke (2006, 2019), envolvendo codificação, tematização e construção interpretativa.

Complementando o percurso empírico, foi realizado um grupo focal, estratégia reconhecida em pesquisas educacionais qualitativas (Lüdke; André, 2018), com docentes e gestores da instituição, como forma de validação dialógica, construção coletiva de sentidos e aprofundamento das análises anteriores. A atividade foi orientada por roteiro temático alinhado aos objetivos da pesquisa e às contribuições emergentes das demais etapas, permitindo captar a diversidade de vozes, tensões institucionais e expectativas formativas presentes no contexto investigado.

Além das falas, o grupo focal e a oficina formativa também geraram produtos simbólicos e estéticos, como os poemas coletivos criados durante a dinâmica baseada na metodologia *Scrum*, denominados *Stanza*, que tinha como objetivo inicial apenas a prática dos docentes com a metodologia *Scrum*. Essas produções foram consideradas dados legítimos e integrados à análise qualitativa, fundamentando-se no entendimento de que a prática docente também se expressa através de metáforas, imagens e afetos (Fagundes, 2016a; Freire, 1996). A análise dessas produções foi realizada a partir de referenciais da pesquisa qualitativa em educação, reconhecendo o valor epistêmico das linguagens simbólicas para a compreensão dos sentidos atribuídos pelos sujeitos à sua experiência formativa.

A combinação desses instrumentos buscou assegurar densidade interpretativa, coerência metodológica e rigor analítico, respeitando os princípios da triangulação e valorizando a escuta ativa dos sujeitos como elemento fundante da pesquisa educacional crítica (Lüdke; André, 2018; Yin, 2015; Mathison, 1988). O detalhamento dos procedimentos de coleta, validação e análise dos dados será aprofundado nas seções seguintes, garantindo transparência e rastreabilidade ao percurso investigativo.

4.4 Etapas de investigação e os três eixos metodológicos

O desenho metodológico desta pesquisa foi construído de modo processual, iterativo e reflexivo, respeitando os tempos da escuta institucional, a construção colaborativa dos dados e as mediações ético-políticas inerentes ao fazer científico em contextos educacionais. Inspirada no paradigma crítico-dialógico e nos pressupostos da pesquisa-ação crítica (Thiollent, 2011), a investigação se desenvolveu em etapas que não seguiram uma lógica linear, mas sim um movimento espiralado de aproximação sucessiva, análise contextual e proposição interventiva,

em consonância com a complexidade dos fenômenos educativos e a necessidade de responder aos desafios concretos da formação em engenharia.

A trajetória investigativa foi organizada em três eixos complementares, que estruturaram a tessitura do processo de pesquisa e fundamentaram a análise dos dados empíricos:

- I. Currículo prescrito: leitura crítica de documentos normativos e institucionais. Neste eixo, realizou-se uma análise documental orientada à compreensão dos referenciais curriculares que regulam a formação em engenharia no IFCE. Ademais, foram examinados PPCs, diretrizes normativas internas, como a Resolução IFCE nº 63/2022, e as DCN da Engenharia (Brasil, 2019). Essa etapa permitiu identificar os conceitos de competência, inovação e extensão presentes nos documentos oficiais, bem como mapear as lacunas entre o discurso normativo e as práticas formativas efetivas, evidenciando tensões e potencialidades do currículo prescrito;
- II. Currículo vivido: escuta de sujeitos institucionais e análise das percepções. A segunda etapa se concentrou na escuta qualificada de docentes, estudantes e gestores dos cursos de Engenharia, por meio de entrevistas semiestruturadas, questionários e grupo focal. O objetivo foi compreender as percepções desses sujeitos acerca do ensino de engenharia, das competências para o século XXI, da viabilidade de propostas formativas inovadoras e das resistências institucionais ao processo de transformação curricular. Essa escuta foi tratada como espaço de enunciação, mediação e construção de sentidos, conforme propõe Fagundes (2016a), sendo os dados analisados por meio da ATR, de acordo com os procedimentos de Braun e Clarke (2019). Esse eixo privilegiou a valorização das vozes institucionais, a identificação de práticas emergentes e a problematização dos desafios cotidianos da docência e da aprendizagem;
- III. Currículo propositivo: construção e validação de dispositivos formativos. O terceiro eixo se refere à etapa propositiva e interventiva da pesquisa, na qual foram desenvolvidos e validados dispositivos formativos voltados à transformação da prática pedagógica nos cursos de Engenharia. Dentre esses dispositivos, destacam-se: a trilha formativa interdisciplinar, com três componentes curriculares integrados ao longo do curso; a oficina pedagógica com docentes, baseada em metodologias ágeis (*Scrum*); a criação do curso MOOC GPEI e de uma sequência didática para o uso do *Scrum* em sala de aula. No desenho da trilha, o componente voltado a projetos sociais em comunidades, escolas e territórios configura experiências de extensão

social, enquanto o componente focado em problemas reais de empresas e instituições públicas assume caráter de extensão acadêmico-profissional, enfatizando a atuação “fora dos muros” da instituição. Essa etapa assumiu caráter de pesquisa-ação crítica, envolvendo os docentes como coautores do processo formativo e buscando articulações institucionais concretas para a inserção das propostas no cotidiano acadêmico, em sintonia com as demandas da curricularização da extensão e das competências do século XXI. Considera-se, contudo, que a carga horária desses componentes, por si só, não é suficiente para atingir o mínimo de 10% de extensão previsto para os cursos de Engenharia, funcionando, antes, como núcleo articulador de experiências extensionistas ao longo da formação. Nesse sentido, a trilha e os demais dispositivos formativos foram concebidos para se articular a outros componentes curriculares e projetos de extensão institucionais, contribuindo de forma integrada para o cumprimento desse percentual e para a consolidação de uma cultura de extensão “fora dos muros” na Rede Federal.

A articulação entre esses três eixos metodológicos permitiu um olhar dialético e integrado sobre a formação em engenharia, que vai além da denúncia das limitações estruturais, propondo caminhos concretos para a reorganização curricular e o fortalecimento da docência. Ao final do percurso, as análises produzidas subsidiaram a elaboração de uma proposta integrada, situada e institucionalmente referenciada, reafirmando o compromisso da pesquisa com a transformação social e educacional, a partir da escuta ativa dos sujeitos e da construção coletiva de soluções inovadoras.

4.5 Procedimentos éticos

A presente pesquisa observou rigorosamente os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais envolvendo seres humanos (Brasil, 2016b). O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE, tendo sido aprovado, conforme Parecer Consubstanciado nº 6.755.568, com CAAE nº 78465624.7.0000.5589, emitido em 25 de maio de 2024 (ANEXO A).

Todos os participantes foram devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos, potenciais riscos e benefícios da pesquisa, conforme detalhado nos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICES A e B), elaborados especificamente para estudantes e professores. Esses documentos garantiram o direito à participação voluntária,

à desistência a qualquer momento, bem como à confidencialidade e ao anonimato dos dados coletados, em consonância com o respeito à dignidade humana e à proteção dos direitos civis, sociais e culturais dos sujeitos da pesquisa (art. 1º e 2º) (Brasil, 2016b).

Em conformidade com a Carta Circular CONEP nº 1/2021, os questionários aplicados incluíram a opção “prefiro não responder” em todas as questões, assegurando a autonomia dos participantes e sua integridade emocional (Brasil, 2021). A coleta de dados foi realizada nos *campi* Maracanaú e Fortaleza do IFCE, envolvendo apenas alunos e professores maiores de idade dos cursos de Engenharia. Foram excluídos da amostra estudantes menores de idade, docentes afastados ou fora do exercício em disciplinas das engenharias durante o período da pesquisa.

As entrevistas remotas foram gravadas exclusivamente no computador do pesquisador, utilizando a plataforma *Google Meet*, garantindo o controle sobre a segurança e o sigilo das informações, conforme orientações da Resolução nº 510/2016 (art. 16). Os procedimentos adotados foram explicitados nos TCLE e aprovados pelo CEP, incluindo esclarecimentos sobre a gravação e o armazenamento seguro dos dados.

O projeto também contemplou declarações formais de compromisso com a devolutiva dos resultados à comunidade acadêmica, bem como a garantia de retorno dos benefícios da pesquisa, em conformidade com os princípios de responsabilidade social e devolução ética dos conhecimentos produzidos (Brasil, 2016b). Esses documentos foram aceitos pelo CEP e integram o dossiê ético da investigação.

Dessa forma, a condução ética da pesquisa não se restringiu ao cumprimento formal das exigências normativas, mas foi concebida como dimensão constitutiva do próprio fazer investigativo. O compromisso do pesquisador com o respeito à dignidade humana, à escuta sensível e à produção de conhecimento voltada para a transformação social e educacional orientou todas as etapas do estudo, reafirmando a centralidade da ética na pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (Brasil, 2016b).

4.6 Organização dos dados e validação interna

A organização e o tratamento dos dados nesta pesquisa foram realizados com o objetivo de assegurar coerência interpretativa, rastreabilidade analítica e densidade argumentativa, em consonância com os princípios da abordagem qualitativa crítica. Os dados empíricos foram compreendidos como construções sociais, processados de modo a revelar sentidos, contradições e possibilidades formativas latentes na experiência docente e discente nos cursos de Engenharia.

Os dados qualitativos provenientes de entrevistas semiestruturadas, grupo focal, dinâmicas das oficinas e análise documental foram sistematizados por meio da metodologia de ATR, conforme os procedimentos descritos por Braun e Clarke (2006, 2019). O processo analítico seguiu as seguintes etapas: (i) familiarização com o conteúdo; (ii) codificação inicial dos fragmentos significativos; (iii) identificação de temas recorrentes e emergentes; (iv) revisão, refinamento e definição dos temas analíticos; (v) construção da narrativa interpretativa, articulando os achados aos referenciais teóricos e aos objetivos da pesquisa. A ATR foi conduzida de maneira iterativa e reflexiva, respeitando o contexto institucional e valorizando a participação dos sujeitos na atribuição de sentidos aos dados.

Para garantir a validade interna e a confiabilidade interpretativa das análises qualitativas, foram adotadas estratégias recomendadas por Yin (2015) e Lüdke e André (2018), tais como: triangulação de fontes (documentos, falas, registros escritos e produtos formativos), triangulação de métodos (entrevistas, questionários e grupo focal) e validação dialógica dos resultados junto aos participantes da pesquisa. O último aspecto foi especialmente assegurado nas oficinas pedagógicas e no grupo focal, cujas dinâmicas permitiram confrontar interpretações preliminares com a experiência vivida dos docentes e gestores, promovendo um processo de validação compartilhada e de construção coletiva do conhecimento.

Os dados quantitativos, oriundos dos questionários aplicados com estudantes e professores, foram organizados e analisados com o apoio de planilhas eletrônicas e *softwares* estatísticos, empregando análises descritivas, análise fatorial e a TRI para os resultados discentes. Esses procedimentos permitiram identificar padrões e variações de percepção em relação às competências do século XXI, à extensão universitária e à proposta formativa apresentada. A integração entre análises qualitativas e quantitativas fortaleceu o princípio da triangulação metodológica e conferiu robustez interpretativa ao estudo (Creswell, 2007).

A organização dos dados buscou respeitar critérios de fidedignidade, profundidade e contextualização, alinhando-se à proposta metodológica adotada. Em vez de buscar a generalização estatística, o foco esteve na generalização analítica, conforme proposto por Yin (2015), com o objetivo de oferecer subsídios teórico-práticos replicáveis e adaptáveis a outros contextos institucionais da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Dessa forma, a validação interna dos achados foi concebida como processo contínuo de diálogo, reflexão e devolutiva ética, reafirmando o compromisso da pesquisa com a produção de conhecimento socialmente relevante e transformador.

4.7 Considerações sobre os limites e potencialidades do método

Ao adotar uma abordagem qualitativa crítica, situada e dialógica, esta pesquisa assume, de modo consciente, os limites e potencialidades inerentes a investigações dessa natureza. Esses elementos não apenas compõem a estrutura metodológica do estudo, mas também expressam seu compromisso com uma ciência implicada, orientada à transformação das práticas pedagógicas e institucionais.

Um dos limites centrais se refere à delimitação institucional da investigação, concentrada em dois *campi* do IFCE. Essa escolha restringe a possibilidade de generalizações estatísticas, mas está em plena consonância com o delineamento de estudo de caso qualitativo, conforme proposto por Yin (2015), cuja ênfase recai sobre a generalização analítica, ou seja, a possibilidade de transposição reflexiva dos achados para contextos análogos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Outro aspecto relevante diz respeito ao tempo exequível das etapas empíricas, que impôs decisões metodológicas estratégicas, como a seleção de sujeitos com atuação relevante nos cursos de Engenharia e a priorização de instrumentos que favorecessem a escuta ativa, a profundidade interpretativa e a triangulação dos dados (Lüdke; André, 2018). Essas escolhas permitiram mapear, de forma coerente, as contradições e potencialidades formativas, mesmo com amostras intencionalmente reduzidas, reforçando o compromisso com a densidade analítica e a contextualização dos resultados.

Entre as potencialidades do método, destaca-se o uso da ATR (Braun; Clarke, 2006, 2019), associada a uma escuta sensível e multiforme, que incluiu entrevistas, grupo focal, produções simbólicas e aplicação de instrumentos quantitativos. O uso combinado de técnicas e fontes empíricas possibilitou a construção de uma leitura densa do currículo e das práticas formativas, respeitando o contexto específico da EPT e os desafios impostos pela curricularização da extensão (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a).

O envolvimento ativo dos sujeitos institucionais, sobretudo docentes, no processo de construção e validação dos dispositivos formativos qualificou a investigação como pesquisa-ação crítica (Thiollent, 2011), resignificando o papel do pesquisador e atribuindo à pesquisa o caráter de ação formativa, reflexiva e colaborativa. A proposição da trilha formativa interdisciplinar, do curso MOOC e da sequência didática não apenas emergiu da análise empírica, mas retorna como intervenção propositiva, transformadora e institucionalmente viável.

Além disso, a articulação entre ensino ágil e educação empreendedora, como fundamentos pedagógicos da proposta, dialoga com referenciais contemporâneos que valorizam o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI (Binkley *et al.*, 2012; Trilling; Fadel, 2009), integrando saber técnico, sensibilidade social e prática ética. A mediação docente, nesse contexto, é compreendida não como mera transmissora de conteúdos, mas como facilitadora da construção coletiva de sentidos e projetos de mundo (Freire, 1996; Perrenoud, 1999).

Dessa forma, o percurso metodológico desta tese evidenciou que é possível construir uma investigação com rigor analítico, coerência ética e impacto institucional, mesmo diante de limites objetivos. A combinação entre dados qualitativos e quantitativos, a escuta ampliada e o compromisso com a transformação curricular fortaleceram a legitimidade do estudo como ação formadora e proposicional.

A partir desse referencial metodológico consolidado, o Capítulo 5 apresenta o diagnóstico curricular da formação em engenharia, construído com base em cinco movimentos integrados: (i) revisão sistemática da literatura sobre competências e lacunas formativas; (ii) análise das DCN e dos PPCs; (iii) escuta de gestores e coordenadores de curso; (iv) articulação entre teoria, currículo e realidade institucional; (v) delimitação das implicações que orientam a proposta de intervenção pedagógica. Este diagnóstico representa a tessitura empírico-analítica sobre a qual se apoia a proposta formativa desenvolvida nesta tese.

5 DIAGNÓSTICO CURRICULAR DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

A compreensão crítica da formação em engenharia requer analisar os referenciais curriculares que a orientam, as práticas institucionais que a sustentam e as percepções dos sujeitos envolvidos no processo formativo. Essa análise implica reconhecer as tensões entre o currículo prescrito e o efetivamente vivido, o que demanda uma abordagem capaz de considerar as mediações pedagógicas que articulam teoria e prática (Ramos, 2014; Perrenoud, 2000).

Assim, este capítulo tem como objetivo realizar um diagnóstico articulado da formação nos cursos de Engenharia do IFCE, com base em múltiplas fontes de dados: revisões sistemáticas da literatura científica, DCN, PPCs e entrevistas com gestores e coordenadores. Busca-se, com isso, identificar as convergências e tensões entre os planos formativos e as práticas concretas, evidenciando lacunas estruturais e desafios para a implementação de percursos pedagógicos integradores e inovadores. A análise é orientada pelos referenciais teóricos discutidos no Capítulo 3 e pela experiência preliminar apresentada no Capítulo 2, posicionando este capítulo como eixo articulador entre os fundamentos da tese e as ações formativas analisadas nos capítulos seguintes.

O capítulo está organizado em cinco tópicos: o primeiro apresenta as revisões sistemáticas da literatura (5.1); já o segundo, a análise temática das diretrizes e PPC dos cursos (5.2); o terceiro, as percepções dos gestores e coordenadores (5.3); o quarto tópico realiza uma triangulação entre esses três blocos analíticos (5.4); e, por fim, o quinto discute as implicações para a proposta de intervenção pedagógica (5.5).

5.1 Diagnóstico por revisões sistemáticas da literatura

Esta seção apresenta os principais resultados de três revisões sistemáticas da literatura (RSLs) realizadas ao longo da pesquisa, cada uma centrada em um dos eixos estruturantes da tese: competências do século XXI, educação empreendedora e ensino ágil. Os estudos foram extraídos de bases científicas indexadas (Periódicos da Capes, *Web of Science* e *Scopus*) e organizados de acordo com o protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021), assegurando rigor metodológico, transparência no processo de seleção e confiabilidade na análise dos dados.

Os resultados obtidos oferecem evidências empíricas robustas que subsidiam a análise crítica do currículo dos cursos de Engenharia, sobretudo no que se refere às lacunas entre o perfil de egresso declarado nos documentos oficiais e as competências efetivamente desenvolvidas ao longo da formação.

5.1.1 Protocolo metodológico das revisões sistemáticas da literatura

A revisão sistemática da literatura se caracteriza por um método estruturado que seleciona e sintetiza resultados de publicações científicas sobre uma temática específica (Cavalcante; Oliveira, 2020; Galvão; Ricarte, 2019). Essa abordagem segue um protocolo rigoroso e ordenado, que assegura maior confiabilidade e validade aos resultados obtidos, conforme estabelecido pelo protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021).

Nesses estudos, o protocolo foi adaptado das propostas de Borrego, Foster e Froyd (2014) e Kitchenham e Charters (2007), norteando todas as etapas da pesquisa, incluindo a definição do objetivo e da questão de pesquisa, a formulação da *string* de busca, a seleção dos estudos e a análise da literatura relevante. Essa abordagem garantiu uma investigação detalhada e alinhada aos padrões metodológicos.

As revisões sistemáticas aqui apresentadas convergem para a análise das competências do século XXI mais demandadas no contexto da formação em engenharia, articulando diferentes perspectivas e metodologias inovadoras de ensino. Inicialmente, dedica-se à identificação das habilidades consideradas essenciais pelo mercado profissional, aspectos cuja incorporação aos currículos de engenharia se mostra estratégica para atender às exigências contemporâneas.

A investigação prossegue avaliando o papel da educação empreendedora, por meio da implementação de atividades, como ABP e *hackathons*, no estímulo a competências transversais e no enfrentamento de barreiras à inserção dessas práticas. Ademais, explora-se o potencial das metodologias ágeis, especificamente do *Scrum*, no ensino de disciplinas de engenharia fora do contexto tradicional de desenvolvimento de *software*, apontando para oportunidades de inovação pedagógica pautadas na colaboração e desenvolvimento de múltiplas habilidades.

Em todos os casos, ainda que a estrutura PICO seja reconhecidamente válida para a formulação de questões de pesquisa (Methley *et al.*, 2014), a proposta analítica privilegiou a identificação de lacunas formativas e possibilidades de integração curricular, ao invés de comparações explícitas com modelos pedagógicos convencionais.

5.1.1.1 Bases de dados e ferramentas utilizadas nas três revisões sistemáticas da literatura

A busca foi realizada no período de outubro a dezembro de 2024, em bases científicas amplamente reconhecidas, como Periódicos da Capes, *Web of Science* e *Scopus*, devido suas

relevâncias e abrangências em publicações de alta qualidade no campo da educação e engenharia (Burnham, 2006). Para a gestão e análise dos artigos selecionados, foram utilizadas ferramentas especializadas. O *Zotero* foi empregado para organizar referências e dados bibliográficos. A plataforma *Rayyan* auxiliou na triagem colaborativa e na avaliação crítica, permitindo uma análise consistente dos artigos por dois revisores independentes. Além disso, o *software VOSViewer* foi utilizado para construir mapas bibliométricos, fornecendo uma visão detalhada das interconexões entre os tópicos explorados na literatura.

5.1.2 Competências essenciais do século XXI na formação de engenheiros: uma revisão sistemática

A formação em engenharia, diante dos desafios impostos pelas transformações tecnológicas e sociais, demanda currículos mais responsivos às competências requeridas no século XXI. Nesse cenário, as revisões sistemáticas da literatura constituem instrumentos valiosos para mapear o estado da arte, identificar lacunas formativas e orientar práticas inovadoras. Como destacam Trilling e Fadel (2009), preparar os estudantes para a vida contemporânea exige integrar conhecimentos, habilidades e atitudes voltadas à resolução de problemas complexos, ao pensamento crítico e à colaboração.

Nesse contexto, o objetivo desta seção é identificar e analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, as competências mais valorizadas pelo mercado de trabalho na formação de engenheiros. Estudos recentes destacam a importância de mapear essas habilidades para subsidiar a atualização dos currículos acadêmicos, promovendo a integração entre competências técnicas e transversais como estratégia para ampliar a empregabilidade e o impacto social da atuação profissional (Caggiano *et al.*, 2020; Mekala; Harishree; Geetha, 2020).

Assim, a relevância deste estudo reside na urgência de formar engenheiros capazes de responder aos desafios globais, como mudanças climáticas, desigualdades sociais e escassez de recursos, por meio de soluções inovadoras, colaborativas e sustentáveis. Profissionais que combinam conhecimentos técnicos com atitudes éticas e capacidade de trabalho em equipe estão melhor preparados para liderar transformações sociais positivas (Stalidis; Kyriazidou, 2024). Por conseguinte, investigar e integrar competências do século XXI nos currículos de engenharia se torna essencial para alinhar a formação superior às exigências do mundo contemporâneo.

5.1.2.1 Protocolo metodológico

A definição da *string* de busca foi precedida pela identificação dos principais descritores relacionados às competências do século XXI mais demandadas pelo mercado de trabalho na formação de engenheiros. Para isso, foram utilizados operadores booleanos “AND” e “OR”, a fim de estruturar uma estratégia de busca ampla e precisa, capaz de contemplar diferentes combinações terminológicas. Entre os termos empregados, destacam-se: *engineering curriculum*, *engineering education*, *undergraduate engineering*, *21st century skills*, *socio-emotional competencies*, *soft skills*, *workforce readiness*, *industry 4.0* e *market needs*, entre outros.

A adoção de descritores em língua inglesa se justifica pela predominância da produção científica internacional sobre competências do século XXI aplicadas à formação de engenheiros, bem como pela limitação de estudos disponíveis em português e com escopo equivalente. Dessa forma, a *string* final foi formulada com o objetivo de maximizar a relevância e abrangência dos estudos recuperados nas bases científicas. A formulação utilizada foi a seguinte:

(“*engineering curriculum*” OR “*engineering education*” OR “*engineering courses*” OR “*engineering programs*” OR “*engineering students*” OR “*training of engineers*” OR “*undergraduate engineering*” OR *engineering*) AND (“*21st century skills*” OR “*skills for the 21st century*” OR “*21st century competencies*” OR “*soft skills*” OR “*socio-emotional competencies*” OR “*socio-emotional skills*” OR “*workforce readiness*”) AND (“*Market*” OR “*future industry*” OR “*industry 4.0*” OR “*industry need**” OR “*industry demand**” OR “*industry requirement**” OR “*industry expectation**”).

5.1.2.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão adotados priorizaram estudos que abordassem as competências do século XXI, valorizadas na formação de engenheiros, com foco específico em estudantes de graduação. Foram selecionados artigos publicados nos últimos dez anos, no idioma inglês ou português, com acesso aberto, que apresentassem práticas educacionais voltadas ao desenvolvimento de habilidades, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e competências socioemocionais.

Por outro lado, foram excluídos estudos que não se inserissem no contexto do ensino de engenharia, bem como revisões sistemáticas e artigos centrados em treinamentos corporativos ou em áreas que não mantinham relação direta com a formação acadêmica de engenheiros.

5.1.2.1.2 Exemplo de exclusão de artigos

Durante a etapa de seleção, observou-se a necessidade de excluir artigos que, embora abordassem temáticas relacionadas à formação em *Science, Technology, Engineering and Mathematics*⁵ (STEM) e competências para o século XXI, não atendiam aos critérios estabelecidos. Por exemplo, o estudo de Bataineh *et al.* (2022), que investigou a disparidade de gênero em cursos de STEM nas universidades jordanianas, foi desconsiderado, por não tratar diretamente do desenvolvimento de competências no contexto do ensino de engenharia.

Outro caso foi o artigo de Rosa, Carvalho e Barja (2022), que abordava o desenvolvimento de competências socioemocionais na formação de profissionais da enfermagem sem, contudo, apresentar vínculo direto com currículos de engenharia ou com a formação de estudantes de graduação dessa área. Tais exclusões refletem a aplicação criteriosa dos parâmetros definidos, reforçando o foco da revisão na identificação e desenvolvimento das competências do século XXI, no âmbito da formação superior em engenharia.

5.1.2.2 Resultados e discussão

A apresentação dos resultados está estruturada em seis subseções, que buscam sintetizar e discutir criticamente os achados da literatura analisada. A primeira subseção (5.1.2.2.1) traz uma visão geral da revisão, com destaque para o volume, perfil e escopo dos estudos selecionados. As subseções seguintes aprofundam as análises temáticas, discutindo, de forma articulada, as contribuições, lacunas e tendências observadas nos estudos revisados.

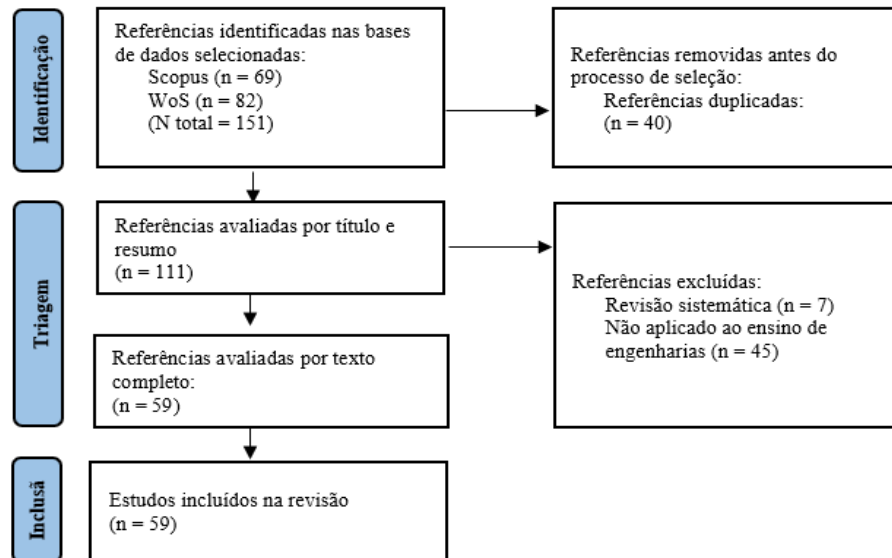
5.1.2.2.1 Resultados gerais

A aplicação da *string* de busca resultou na identificação de cento e cinquenta e uma publicações científicas, extraídas das bases *Web of Science* e *Scopus*. Após a remoção de quarenta referências duplicadas, restaram cento e onze estudos para triagem. Com base nos

⁵ Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, cinquenta e dois estudos foram desconsiderados. Ao final, cinquenta e nove artigos compuseram o *corpus* da análise sistemática. O fluxo completo do processo de seleção está representado na Figura 6, que demonstra as etapas percorridas, assegurando a transparência e o rigor metodológico da revisão.

Figura 6 – Fluxograma do processo de identificação e filtragem/seleção dos artigos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da análise evidenciam perspectivas diversas sobre a integração de metodologias inovadoras na formação de engenheiros, com destaque para estratégias, como Educação 4.0, STEM, ABP e currículos interdisciplinares. Observa-se uma crescente adoção dessas abordagens nos últimos cinco anos, o que demonstra sua relevância contemporânea e o interesse pelo desenvolvimento de competências do século XXI, como pensamento crítico, liderança e adaptabilidade (Beke; Tick, 2024, A1; Hakamada; Ferraz; Sulbaran-Rangel, 2023, A6; Kálmán; Citterio, 2020, A4).

A análise dos estudos selecionados ressalta o impacto das metodologias inovadoras no engajamento dos estudantes e na promoção de habilidades essenciais à formação profissional. Práticas vinculadas à Educação 4.0 possibilitam o desenvolvimento de autonomia, colaboração e pensamento crítico, enquanto a criação de perfis de competência atende às demandas emergentes do mercado de trabalho e valoriza competências sociais e éticas (Beke; Tick, 2024, A1; Caggiano *et al.*, 2020, A2; Jalinus *et al.*, 2023, A14; García-Laso *et al.*, 2022, A10). O Quadro 5 apresenta os artigos selecionados, organizados por autor, título, veículo de publicação e ano.

Quadro 5 – Artigos selecionado na revisão

ID	Autores	Título	Publicação	Data
A1	Beke; Tick	Applicability of education 4.0 in higher education: engineering students' survey	Journal of Technology and Science Education	2024
A2	Caggiano <i>et al.</i>	Soft skills in engineers, a relevant field of research: Exploring and assessing skills in Italian engineering students	Ingenieria e Investigacion	2020
A3	Caratozzolo <i>et al.</i>	The use of video essays and podcasts to enhance creativity and critical thinking in engineering	International Journal on Interactive Design and Manufacturing	2022
A4	Kálmán; Citterio	Complexity as new normality: What is going on?	Informacios Tarsadalom	2020
A5	Ismail <i>et al.</i>	Professional Skills Requirement of Mechanical Engineers	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2019
A6	Hakamada; Ferraz; Sulbaran-Rangel	Trends in Brazil's Forestry Education—Part 2: Mismatch between Training and Forest Sector Demands	Forests	2023
A7	Alhasani	A study on Albanian students' perceptions of the esp courses contribution to their engineering/architecture knowledge acquisition and communication competence	Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes	2021
A8	Van Horne; Rakedzon	Teamwork Made in China: Soft Skill Development with a Side of Friendship in the STEM Classroom	Education Sciences	2024
A9	Börner <i>et al.</i>	Skill discrepancies between research, education, and jobs reveal the critical need to supply soft skills for the data economy	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	2018
A10	García-Laso <i>et al.</i>	Mentoring in the School of Mines and Energy to Cover Student Needs: From the Newly Enrolled to the Near-Graduates	Sustainability (Switzerland)	2022
A11	Chaibate <i>et al.</i>	A comparative study of the engineering soft skills required by moroccan job market	International Journal of Higher Education	2020
A12	Cesco <i>et al.</i>	The future challenges of scientific and technical higher education	Tuning Journal for Higher Education	2021
A13	Konings; Legg	Delivering an effective balance of soft and technical skills within project-based engineering courses	IEEE International conference (TALE)	2020
A14	Jalinus <i>et al.</i>	Soft skills and hard skills needed in industry 4.0 for electrical engineering students	Journal of Applied Engineering and Technological Science	2023
A15	Dubovikova	Developing professional competences in training construction engineering specialists	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2019
A16	Li <i>et al.</i>	'Software is the easy part of Software Engineering' - Lessons and Experiences from A Large-Scale, Multi-Team Capstone Course	ICSE-SEET	2023
A17	Satpathy; Dash; Mohapatra	A study on the new design thinking for industrial revolution 4.0, requirements and graduate readiness	Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities	2020
A18	Melnikova; Melnikova; Sergeev	Transforming requirements for engineering occupations as affected by technological changes	Journal of Physics: Conference Series	2020
A19	Shahzadi; Iqbal; Dagiuklas	Edu-Cloud: On-the-fly employability skills as a service	Computer Applications in Engineering Education	2018

A20	Wróblewska; Okraszewska	Project-based learning as a method for interdisciplinary adaptation to climate change-Reda Valley case study	Sustainability (Switzerland)	2020
A21	Demchenko <i>et al.</i>	Professional and 21st Century Skills for Data Driven Digital Economy	EDUCON	2023
A22	Jewpanya <i>et al.</i>	Transforming Industrial Engineering Education: Introducing the CWILE Model for Work-Integrated Learning in the Digital Age	Journal of Technical Education and Training	2023
A23	Torres <i>et al.</i>	Tackling perception and deception in STEM: A critical thinking skill for early-career development	SEFI	2022a
A24	Andrade-Arenas; Andrade-Chaico	On the training of soft skills in a Peruvian University: Strengths and weaknesses	18th LACCEI	2020
A25	Lee <i>et al.</i>	Exploring the mastery level of critical thinking and problem solving skill among the technical undergraduate	Journal of Technical Education and Training	2019
A26	Cordeiro <i>et al.</i>	Production engineers profiling: Competences of the professional the market wants	Production	2020
A27	Pinto <i>et al.</i>	Enabling Professionals for Industry 5.0: The Self-Made Programme	Procedia Computer Science	2024
A28	Kaczmarczyk <i>et al.</i>	Analysis of requirements for teaching Industry 4.0 topics at universities	IFAC-PapersOnLine	2024
A29	Abina <i>et al.</i>	Challenging 21st-Century Competencies for STEM Students: Companies' Vision in Slovenia and Norway in the Light of Global Initiatives for Competencies Development	Sustainability (Switzerland)	2024
A30	Sang; Van Toan; Van Dien	CDIO approach in developing effective learning skills of engineering and technology-profile students	Perspektivy Nauki i Obrazovania	2023
A31	Liventsova; Rumyantseva; Sryamkina	A Competence-Based Approach to Training Specialists in the Digital Society	MATEC WEB OF CONFERENCES	2018
A32	Torres <i>et al.</i>	New Tools to Motivate STEM students towards Early-career Self-management	SEFI 50th	2022b
A33	Czerwińska-Lubszczyk; Grebski; Jagoda-Sobalak	Competencies of Graduates - An Industry Expectation	Management Systems in Production Engineering	2022
A34	Jamila	Implementing a flipped classroom structure in engineering education to improve the soft skills	Journal of Engineering Education Transformations	2020
A35	Christensen; Paasivaara	Learning Soft Skills through Distributed Software Development	ICSSP '22	2022
A36	Mingaleva; Vukovic	Development of Engineering Students Competencies Based on Cognitive Technologies in Conditions of Industry 4.0	International journal of cognitive research in science engineering and education-ijcrsee	2020
A37	Atlamaz <i>et al.</i>	Nurturing Soft Skills in Engineering Education with Interactive Activities	International journal of education in mathematics science and technology	2024
A38	Cotet, Carutasu; Chiscop	Industry 4.0 Diagnosis from an imillennial Educational Perspective	Education sciences	2020
A39	Xu <i>et al.</i>	Assessing the impact of digital education and the role of the big data analytics course to enhance the skills and employability of engineering students	Frontiers in psychology	2022

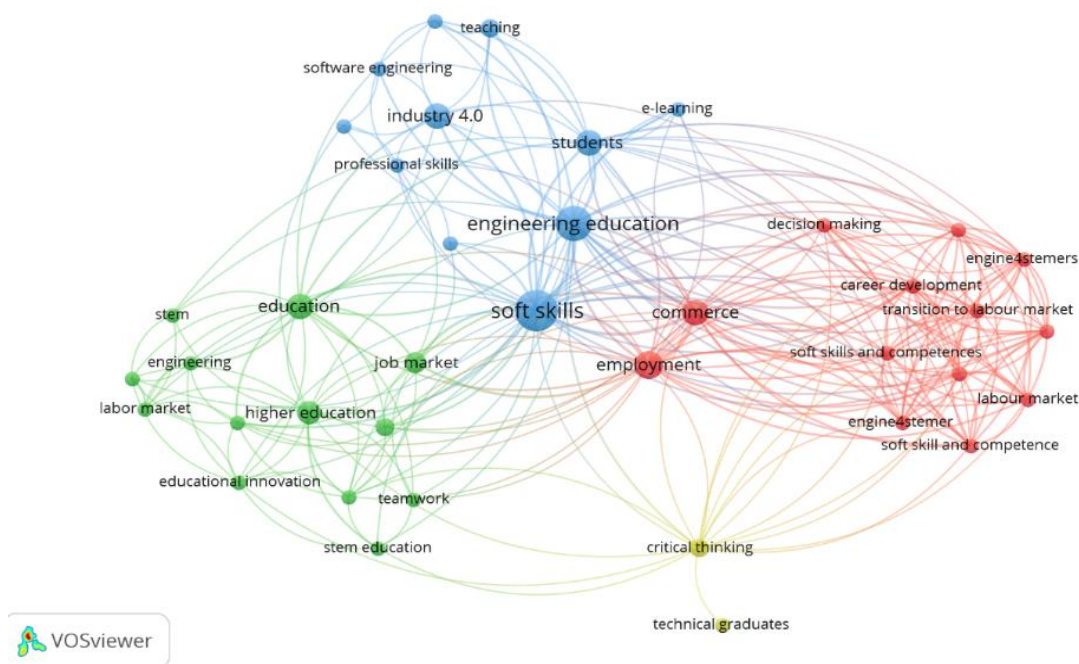
A40	Schleutker <i>et al.</i>	Soft Skills and European Labour Market: Interviews with Finnish and Italian Managers	Journal of educational cultural and psychological studies	2019
A41	Kowal <i>et al.</i>	Analysis of Employees' Competencies in the Context of Industry 4.0	Energies	2022
A42	Qostal <i>et al.</i>	Perceived Employability of Moroccan Engineering Students: a PLS-SEM Approach	International journal of instruction	2024
A43	Teplická; Kádárová; Hurná	The new model of the engineering education using digitalization and innovative methods	Management systems in production engineering	2022
A44	Wijesinghe; Jayawardane	Employability Skills Required by Entry-Level Engineers in Sri Lanka	Engineer-journal of the institution of engineers sri lanka	2023
A45	Hirudayaraj <i>et al.</i>	Soft Skills for Entry-Level Engineers: What Employers Want	Education sciences	2021
A46	Semenova; Zelenyuk; Savinov	Human capital development: development of professional competencies through soft skills	Revista tempos e espaços educacao	2021
A47	Nugroho <i>et al.</i>	The Urgency of STEM Education in Indonesia	Jurnal penelitian dan pembelajaran ipa	2021
A48	Piñol <i>et al.</i>	Study of the training needs of industrial companies in the Barcelona Area and proposal of Training Courses and Methodologies to enhance further competitiveness.	Procedia Manufacturing	2017
A49	Hui, Kwok; Ip	Employability: Smart learning in extracurricular activities for developing college graduates' competencies	Australasian journal of educational technology	2021
A50	Marcu	Designing Functional ESP (English for Specific Purposes) Courses	Procedia Manufacturing	2020
A51	Lacuesta; Palacios-Navarro	A New Online Tool to Evaluate Transferable Skills in the European Framework	International journal of engineering pedagogy	2024
A52	Nguyen	Competence-Targeted Education for BIM Professionals: A Case Example of the Vietnamese Construction Industry	Engineering journal- Thailand	2021
A53	Samuel; Donovan; Lee	University-industry teaching collaborations: a case study of the msc in Structural Integrity co-produced by Brunel University London and The Welding Institute	Studies in higher education	2018
A54	Alves; Duarte	Teaching ceramic materials in mechanical engineering: An active learning experience	International Journal of Mechanical Engineering Education	2023
A55	Cardoso <i>et al.</i>	Combining Agile and devops to Improve Students' Tech and Non-tech Skills:	Proceedings of the 13th International Conference on Computer Supported Education	2021
A56	Chaibate <i>et al.</i>	Analytical Hierarchy Process Applied to Pedagogical Method Selection Problems	Education Research International	2021
A57	Direito; Freitas	Bridging the Gap: Embedding Transversal Skills in Engineering Doctoral Education	2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)	2024
A58	Lan Anh Vu e Quoc Le	Development orientation for higher education training programme of mechanical engineering in industrial revolution 4.0: a perspective in vietnam	Journal of Mechanical Engineering Research and Developments	2019
A59	Trevelyan	Transitioning to engineering practice	European Journal of Engineering Education	2019

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados da análise revelam uma diversificação significativa nas áreas de aplicação, abrangendo cursos em disciplinas STEM, como Matemática, Engenharia Elétrica e Física, além de iniciativas interdisciplinares (Kálmán; Citterio, 2020, A4). Essa diversidade evidencia o potencial de adaptação de metodologias inovadoras, como a Educação 4.0 e ABP, para atender às demandas de diferentes contextos educacionais e fomentar competências essenciais do século XXI.

Por meio do *software* VOSviewer, foi realizada uma análise de coocorrência das palavras-chave extraídas dos cinquenta e nove artigos científicos revisados. Essa análise quantitativa permitiu identificar padrões nas discussões científicas, bem como estabelecer índices estatísticos que mapeiam o panorama temático sobre as competências do século XXI na formação de engenheiros.

Figura 7 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos artigos analisados



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 7 apresenta as redes de coocorrência das palavras-chave, estruturadas em quatro *clusters* principais, diferenciados por cores, que evidenciam os focos temáticos predominantes na literatura revisada e destacam as relações e conexões entre os tópicos centrais. Os quatro *clusters* foram assim categorizados:

- I. *Cluster* Vermelho (Educação e Mercado de Trabalho): abrange discussões sobre o alinhamento entre currículos de engenharia e demandas do mercado, enfatizando a

integração de competências técnico-comportamentais e práticas de empregabilidade;

- II. *Cluster* Azul (Educação em Engenharia e *Soft Skills*): reúne temas ligados ao desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação e liderança, com destaque para a aplicação de metodologias ativas no ensino;
- III. *Cluster* Verde (Emprego e Transição ao Mercado): refere-se à articulação entre academia e indústria e ao desenvolvimento de habilidades práticas e estratégicas voltadas à inserção no mercado de trabalho;
- IV. *Cluster* Amarelo (Pensamento Crítico e Graduação Técnica): foca na construção de habilidades analíticas e resolução de problemas complexos, essenciais para inovação e aprendizado prático.

A análise revelou interseções expressivas entre os *clusters*, especialmente em torno do conceito de “competências do século XXI”, reconhecido como central na literatura sobre formação em engenharia. Destaca-se, ainda, a forte correlação entre “aprendizagem ativa” e o desenvolvimento dessas competências, evidenciando o papel das metodologias pedagógicas inovadoras na preparação do engenheiro para demandas contemporâneas.

Essas categorias permitem compreender, de forma integrada, a diversidade de enfoques presentes nos estudos analisados e a importância de estratégias pedagógicas, como aprendizagem ativa e ensino interdisciplinar, aspectos essenciais para formar engenheiros aptos a enfrentar os desafios da Indústria 4.0 e a atuar em um mercado globalizado.

Conforme detalhado no Quadro 6, os *clusters* englobam desde habilidades interpessoais, como liderança e comunicação, até práticas inovadoras, reafirmando o papel das estratégias formativas centradas em competências essenciais para engenharia do século XXI.

Quadro 6 – Relação de *clusters* por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais

<i>Clusters</i>	<i>Artigos</i>	<i>Conceitos principais</i>
Educação e Mercado de Trabalho (Vermelho)	A7, A8, A10, A13, A15, A18, A26, A29, A31, A36, A38, A39, A43, A47, A48, A55, A56	Empregabilidade, Parcerias Academia-Indústria, Integração Curricular e Competências Práticas
Educação em Engenharia e <i>Soft Skills</i> (Azul)	A3, A12, A16, A19, A35, A37, A44, A46, A49, A57	<i>Soft Skills</i> , Metodologias Ativas, Educação Socioemocional e Colaboração em Engenharia
Emprego e Transição ao Mercado (Verde)	A4, A6, A11, A17, A20, A21, A24, A27, A33, A34, A42, A50, A53, A59	Emprego na Indústria 4.0, Resolução de Problemas Complexos, Trabalho Interdisciplinar e Habilidades Técnicas Avançadas
Pensamento Crítico e Graduação Técnica (Amarelo)	A1, A2, A5, A9, A14, A22, A23, A25, A28, A30, A32, A40, A41, A45, A51, A52, A54, A58	Pensamento Crítico, Aprendizado Experiencial, Resolução de Problemas Técnicos e Competências Transversais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Constata-se que os constructos de cada *cluster* evidenciam a multidimensionalidade das competências do século XXI, destacando sua relevância tanto para a modernização da formação de engenheiros quanto para o alinhamento curricular às demandas atuais. Nesse contexto, estratégias pedagógicas inovadoras, como a Educação 4.0 e o aprendizado ativo, emergem como ferramentas fundamentais não apenas para o ensino técnico, mas também para o desenvolvimento de competências socioemocionais, analíticas e criativas, indispensáveis, frente às transformações aceleradas que caracterizam o mercado e a sociedade contemporânea.

As subseções seguintes detalham cada *cluster*, enfatizando as bases teóricas e práticas para a integração das competências técnicas e transversais, tais como pensamento crítico, colaboração, adaptabilidade e resolução de problemas, além de explorar sua implementação eficaz no ensino de engenharia, favorecendo currículos dinâmicos, inovadores e alinhados às expectativas da Indústria 4.0 e da atuação em mercados globais.

5.1.2.2.2 *Cluster* Vermelho: educação e mercado de trabalho

O *Cluster* Vermelho evidencia como a modernização curricular em engenharia surge como resposta direta aos desafios impostos pela Indústria 4.0 e à necessidade de formação alinhada às mudanças do setor produtivo (Alhasani, 2021, A7; Cardoso *et al.*, 2021, A55; Cordeiro *et al.*, 2020, A26; Cotet; Carutasu; Chiscop, 2020, A38). Os trabalhos categorizados nesse *cluster* apontam que a integração de projetos interdisciplinares, promoção de estágios supervisionados e o acompanhamento do egresso se tornaram estratégias centrais para alinhar a formação acadêmica às reais demandas da indústria (Cordeiro *et al.*, 2020, A26; Piñol *et al.*, 2017, A48; Liventsova; Rumyantseva; Syryamkina, 2018, A31).

No contexto das competências desenvolvidas, destaca-se a valorização crescente de *soft skills*, como comunicação, liderança, adaptabilidade e criatividade, identificadas enquanto diferencial competitivo para engenheiros contemporâneos (Abina *et al.*, 2024, A29; Chaibate *et al.*, 2021, A56; García-Laso *et al.*, 2022, A10; Konings; Legg, 2020, A13). Ademais, as pesquisas mostram que, embora as empresas demandem intensamente tais competências, elas permanecem como lacunas frequentes na prática pedagógica tradicional, exigindo o desenvolvimento de metodologias ativas, *feedbacks* regulares e cultura avaliativa por resultados (Konings; Legg, 2020, A13; Van Horne; Rakedzon, 2024, A8; Mingaleva; Vukovic, 2020, A36).

Os diversos estudos aqui agrupados detalham experiências inovadoras de integração universidade-empresa e de renovação pedagógica, como mentorias institucionais, vivências

empreendedoras e oferta de cursos temáticos em tecnologias digitais, que contribuem para transformar o perfil do egresso (García-Laso *et al.*, 2022, A10; Melnikova; Melnikova; Sergeev, 2020, A18; Teplická; Kádárová; Hurná, 2022, A43; Xu *et al.*, 2022, A39; Dubovikova, 2019, A15). Essas iniciativas possibilitam que o estudante desenvolva não apenas domínio técnico, mas também habilidades de gestão, pensamento crítico e atualização, frente à rapidez do cenário tecnológico (Chaibate *et al.*, 2021, A56; Mingaleva; Vukovic, 2020, A36; Abina *et al.*, 2024, A29).

Desse modo, a análise dos artigos de Nugroho *et al.* (2021, A47), Van Horne e Rakedzon (2024, A8), Mingaleva e Vukovic (2020, A36) e Alhasani (2021, A7) reforça a necessidade de fortalecer o eixo interdisciplinar e a experiência prática do currículo, promovendo modelos em que docente, estudante e setor produtivo atuam de modo integrado para o desenvolvimento pleno das competências do engenheiro. Há consenso, especialmente entre Mingaleva e Vukovic (2020, A36), Konings e Legg (2020, A13) e Piñol *et al.* (2017, A48), sobre a importância de alinhar o desenvolvimento das habilidades técnicas com o fortalecimento das competências transversais e socioemocionais, promovendo uma educação em engenharia inovadora e capaz de responder aos desafios da economia contemporânea.

5.1.2.2.3 *Cluster Azul: educação em Engenharia e soft skills*

O *Cluster Azul* enfatiza que a formação de engenheiros contemporâneos demanda a integração das *soft skills* ao currículo, destacando competências, por exemplo, de comunicação, liderança e adaptabilidade. Estudos, como Caratozzolo *et al.* (2022, A3), Cesco *et al.* (2021, A12) e Christensen e Paasivaara (2022, A35), mostraram que práticas pedagógicas inovadoras, como o uso de vídeo-ensaios, *podcasts* e técnicas colaborativas digitais, promovem a reflexão crítica e o engajamento dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento de habilidades interpessoais e protagonismo na aprendizagem.

As metodologias ativas têm sido tema recorrente em pesquisas voltadas para *soft skills* na engenharia. Atlamaz *et al.* (2024, A37) e Direito e Freitas (2024, A57) evidenciaram como dinâmicas de grupo, resolução de problemas reais e integração de projetos interdisciplinares contribuem para fortalecer o trabalho em equipe, a criatividade e a autonomia no contexto acadêmico. Hui, Kwok e Ip (2021, A49) destacaram ainda a importância do aprendizado extracurricular, em atividades que envolvem desafios globais e cooperação entre diferentes áreas, articulando a formação técnica com competências socioemocionais.

A discussão sobre *hard skills versus soft skills* é marcada por posições divergentes, como exposto por Li *et al.* (2023, A16) e Wijesinghe e Jayawardane (2023, A44), que alertam para o risco de supervalorizar as *soft skills*, em detrimento das competências técnicas essenciais para o desempenho dos engenheiros em ambientes industriais cada vez mais complexos. Ainda assim, Semenova, Zelenyuk e Savinov (2021, A46) e Shahzadi, Iqbal e Dagiuklas (2018, A19) argumentam que ambientes institucionais favoráveis à interação e colaboração, somados ao uso estratégico de ferramentas tecnológicas, permitem um equilíbrio produtivo entre aspectos técnicos e comportamentais na formação.

Nessa perspectiva, o conjunto de artigos do *cluster* converge para a ideia de que o engenheiro do século XXI deve aliar competências técnicas robustas a habilidades socioemocionais, resultando em profissionais mais adaptáveis, inovadores e preparados para atuar em cenários multiculturais e colaborativos.

5.1.2.2.4 *Cluster Verde*: emprego e transição ao mercado

O *Cluster Verde* se concentra nas parcerias universidade-indústria e a formação de engenheiros para demandas reais do mercado. Destacam-se modelos de colaboração institucional, como o de Kálmán e Citterio (2020, A4), em que currículos cocriados com o setor produtivo ampliam o contato dos estudantes com desafios autênticos da profissão e facilitam a aprendizagem situada, experienciada em práticas de laboratório, projetos e ambientes de pesquisa conjunta (Samuel; Donovan; Lee, 2018, A53; Pinto *et al.*, 2024, A27; Qostal *et al.*, 2024, A42). Além disso, programas, como o *Self-Made Programme*, demonstram o potencial de rotas formativas flexíveis, integradas a projetos de digitalização industrial, que unem competências tecnológicas, visão humana e habilidades de tomada de decisão (Pinto *et al.*, 2024, A27).

Em complementaridade, diferentes estudos evidenciam a necessidade de abordagem multifacetada para aquisição de habilidades técnicas, estratégicas, práticas e *soft skills*, que são reiteradamente apontadas como essenciais (Hakamada; Ferraz; Sulbaran-Rangel, 2023, A6; Andrade-Arenas; Andrade-Chaico, 2020, A24; Chaibate *et al.*, 2020, A11; Satpathy; Dash; Mohapatra, 2020, A17; Wróblewska; Okraszewska, 2020, A20). A pesquisa de Pinto *et al.* (2024, A27) destaca a resolução de problemas complexos no cotidiano profissional, enquanto Trevelyan (2019, A59) aponta para a importância de experiências práticas supervisionadas como ambientes privilegiados para o desenvolvimento de competências transferíveis e empregabilidade.

O preparo profissional para a transição ao mercado de trabalho demanda um conjunto de competências que inclui adaptabilidade a diferentes contextos socioeconômicos, domínio de línguas para fins profissionais (com destaque para o inglês instrumental), compreensão de processos inovadores, experiência prática articulada à formação interdisciplinar e postura ética, frente aos desafios globais (Jamila, 2020, A34; Demchenko *et al.*, 2023, A21; Satpathy, Dash; Mohapatra, 2020, A17; Trevelyan, 2019, A59). Essas dimensões também ressaltam a importância da aprendizagem contínua, do engajamento em ambientes multiculturais e do desenvolvimento de habilidades comunicativas para atuação em equipes diversificadas – aspectos frequentemente destacados como diferenciais competitivos para engenheiros na economia contemporânea.

Outro eixo relevante é o debate sobre o equilíbrio curricular. Artigos, como de Qostal *et al.* (2024, A42), Andrade-Arenas e Andrade-Chaico (2020, A24) e Hakamada, Ferraz e Sulbaran-Rangel (2023, A6), criticam a possível superficialidade teórica quando a ênfase recai de modo excessivo em vivências práticas, destacando o risco de fragilidade nos fundamentos da engenharia. Por outro lado, autores, como Chaibate *et al.* (2020, A11) e Samuel, Donovan e Lee (2018, A53), defendem que as experiências de estágio, mentoria profissional, residências e projetos interdisciplinares promovem amadurecimento, visão sistêmica e integração com a cultura organizacional do setor industrial.

Em síntese, os artigos analisados convergem para a defesa de currículos dinâmicos e alianças estruturadas com o setor produtivo, capazes de articular teoria, prática, *soft skills* e atualização tecnológica contínua para potencializar a transição de engenheiros ao mercado global.

5.1.2.2.5 *Cluster* Amarelo: pensamento crítico e graduação técnica

O *Cluster* Amarelo aborda o papel central do pensamento crítico e das habilidades analíticas na formação de engenheiros, destacando que a capacidade de reflexão, análise e resolução de problemas complexos é essencial, diante dos avanços tecnológicos e cenários profissionais desafiadores (Beke; Tick, 2024, A1; Caggiano *et al.*, 2020, A2; Börner *et al.*, 2018, A9; Schleutker *et al.*, 2019, A40; Hirudayaraj *et al.*, 2021, A45).

Diversas pesquisas destacam a importância de práticas pedagógicas inovadoras, como o aprendizado experiencial, projetos baseados em problemas, simulações e dinâmicas de grupo, para promover o desenvolvimento do pensamento crítico e conectar teoria à prática técnica

(Jewpanya *et al.*, 2023, A22; Kaczmarczyk *et al.*, 2024, A28; Torres *et al.*, 2022a, A32; Jalinus *et al.*, 2023, A14; Torres *et al.*, 2022b, A23; Kowal *et al.*, 2022, A41).

Esses autores defendem que ambientes interativos e colaborativos, baseados em projetos reais, favorecem não apenas a assimilação de conteúdos técnicos, mas também o exercício da autonomia, da ética profissional e da capacidade de tomada de decisão estratégica (Ismail *et al.*, 2019, A5; Sang; Van Toan; Van Dien, 2023, A30; Lacuesta; Palacios-Navarro, 2024, A51; Nguyen, 2021, A52; Alves; Duarte, 2023, A54; Vu; Le, 2019, A58).

Contudo, surgem divergências sobre o grau de prioridade dessas competências em relação a elementos clássicos da formação técnica. Schleutker *et al.* (2019, A40) e Torres *et al.* (2022a, A32) enfatizam que o pensamento crítico deveria ser central nos currículos, ao passo que Börner *et al.* (2018, A9) e Hirudayaraj *et al.* (2021, A45) alertam para os riscos de uma ênfase excessiva, que poderia limitar o aprofundamento das habilidades técnicas necessárias ao perfil do engenheiro contemporâneo (Schleutker *et al.*, 2019, A40; Torres *et al.*, 2022a, A32; Börner *et al.*, 2018, A9; Hirudayaraj *et al.*, 2021, A45).

De forma convergente, os artigos deste *cluster* reforçam que a formação técnica de excelência deve ser aliada à promoção da reflexão crítica, da autonomia intelectual e do compromisso ético, elementos indispensáveis para engenheiros inovadores e responsáveis, diante de uma sociedade em transformação.

5.1.2.2.6 Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados

A análise dos quatro *clusters* evidencia lacunas estruturais na formação de engenheiros no século XXI, notadamente na integração consistente entre academia e mercado de trabalho. Diversos estudos registram que estágios, mentorias e projetos colaborativos são estratégias centrais para essa aproximação, contudo, permanecem frágeis, por falta de mecanismos institucionais robustos para integração e acompanhamento do egresso, afetando a empregabilidade dos recém-formados (García-Laso *et al.*, 2022, A10; Kálmán; Citterio, 2020, A4; Piñol *et al.*, 2017, A48; Mingaleva; Vukovic, 2020, A36).

Outro desafio recorrente nos *clusters* se refere à avaliação de *soft skills*, como comunicação, liderança, pensamento crítico e trabalho em equipe. Embora essas competências sejam reconhecidas como diferenciais, ainda existem limitações na definição, nos métodos de aferição e no acompanhamento sistemático do seu desenvolvimento (Semenova; Zelenyuk; Savinov, 2021, A46; Caratozzolo *et al.*, 2022, A3; Börner *et al.*, 2018, A9; Lacuesta; Palacios-Navarro, 2024, A51). Assim, o dilema sobre o equilíbrio entre competências técnicas e

comportamentais permanece como um dos maiores desafios da inovação curricular (Samuel; Donovan; Lee, 2018, A53; Hirudayaraj *et al.*, 2021, A45).

A adoção de metodologias inovadoras, tais como abordagens de Educação 4.0, mostra resultados promissores, mas encontra barreiras práticas em infraestrutura, cultura institucional e atualização docente (Beke; Tick, 2024, A1; Atlamaz *et al.*, 2024, A37). Ademais, a integração do pensamento crítico e da resolução de problemas complexos nos currículos, apesar de defendida, ainda é limitada na prática pedagógica (Schleutker *et al.*, 2019, A40; Hirudayaraj *et al.*, 2021, A45).

Assim, há consenso nos artigos quanto à necessidade de formar engenheiros capazes de lidar com mudanças tecnológicas e sociais rápidas (Pinto *et al.*, 2024, A27; Qostal *et al.*, 2024, A42; Torres *et al.*, 2022a, A32). Todavia, ainda faltam propostas concretas para integrar essas demandas às práticas pedagógicas diárias, evidenciando o imperativo de um currículo sistêmico que equilibre avanços tecnológicos com desafios humanos e organizacionais (Liventsova; Rumyantseva; Syryamkina, 2018, A31; Trevelyan, 2019, A59; Kálmán; Citterio, 2020, A4; Börner *et al.*, 2018, A9).

5.1.2.3 Considerações finais da RSL sobre competências para o século XXI

A formação de engenheiros enfrenta desafios crescentes para se alinhar às demandas do século XXI, marcadas por transformações tecnológicas, sociais e econômicas. Esta revisão sistemática buscou responder à questão central sobre quais competências do século XXI são mais valorizadas pelo mercado de trabalho na formação de engenheiros, analisando evidências empíricas e teóricas produzidas nacional e internacionalmente (Caggiano *et al.*, 2020, A2; García-Laso *et al.*, 2022, A10). No contexto atual, há consenso na literatura de que a modernização curricular e metodológica se tornou urgente para preparar profissionais aptos a atuar de modo ético, estratégico e inovador junto ao setor produtivo e à sociedade contemporânea (Mingaleva; Vukovic, 2020, A36; Hirudayaraj *et al.*, 2021, A45).

Os resultados da RSL indicam que o mercado valoriza um conjunto integrado de competências técnico-comportamentais. Entre as *soft skills*, destacam-se o pensamento crítico, a resolução de problemas, a comunicação eficaz, a liderança, adaptabilidade e trabalho em equipe, em articulação com sólida base técnica e domínio de ferramentas digitais (Beke; Tick, 2024, A1; Caratozzolo *et al.*, 2022, A3; Van Horne; Rakedzon, 2024, A8; Christensen; Paasivaara, 2022, A35). Tais competências não apenas capacitam engenheiros para superar desafios técnicos, mas também ampliam a flexibilidade, a capacidade de inovação e o

protagonismo profissional em ambientes multiculturais e interdisciplinares (Abina *et al.*, 2024, A29; Torres *et al.*, 2022a, A32; Chaibate *et al.*, 2021, A56).

As práticas pedagógicas inovadoras assumem papel central para a promoção dessas competências, destacando estratégias, como Educação 4.0, aprendizagem ativa, projetos baseados em problemas e abordagem interdisciplinar (Jewpanya *et al.*, 2023, A22; Kaczmarczyk *et al.*, 2024, A28; Atlamaz *et al.*, 2024, A37). A literatura indica que tais metodologias favorecem a integração entre habilidades técnicas e socioemocionais pelo estímulo à colaboração, autonomia, criatividade e capacidade de enfrentamento das incertezas típicas do século XXI (Vu; Le, 2019, A58; Mingaleva; Vukovic, 2020, A36). Contudo, persistem lacunas na implementação prática e na avaliação dessas competências, exigindo estudos e políticas de acompanhamento sistemático (Pinto *et al.*, 2024, A27; Qostal *et al.*, 2024, A42; Samuel, Donovan; Lee, 2018, A53).

A articulação entre academia e setor produtivo é reconhecida como pilar estratégico para integração de competências nos currículos, como indica o debate multidimensional dos *clusters* vermelho, azul, verde e amarelo. No entanto, ainda há desafios a serem superados, sobretudo na consolidação de experiências práticas e sistemas avaliativos consistentes (Schleutker *et al.*, 2019, A40; Lacuesta; Palacios-Navarro, 2024, A51; Trevelyan, 2019, A59). Nesse cenário, futuros estudos e investigações devem aprofundar o impacto dessas metodologias na empregabilidade e inovação profissional, explorando as interseções entre formação técnica, competências ampliadas e práticas pedagógicas empreendedoras.

Portanto, a formação moderna do engenheiro demanda mais do que atualização tecnológica – exige a integração efetiva das habilidades transversais, socioemocionais e técnicas em modelos curriculares flexíveis e abertos à colaboração. Para promover a formação integral, é essencial investigar, de modo sistemático, como práticas de educação empreendedora e metodologias ativas fomentam essas competências, ampliando as possibilidades de atuação, impacto e inovação do engenheiro do século XXI.

5.1.3 Educação empreendedora e habilidades do século XXI na Engenharia: uma revisão sistemática

Esta seção busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: quais são as barreiras e oportunidades para a integração sistemática da educação empreendedora nos currículos de engenharia, e como essa integração pode contribuir para o desenvolvimento das competências do século XXI entre os futuros engenheiros? A revisão sistemática apresentada tem como

objetivo identificar os principais desafios e possibilidades dessa inserção, bem como propor diretrizes que possam subsidiar a atuação de educadores, gestores acadêmicos e formuladores de políticas públicas no processo de modernização curricular.

A relevância deste estudo reside na necessidade crescente de alinhar a formação em engenharia às transformações sociais, econômicas e tecnológicas contemporâneas. Educadores e gestores podem utilizar os resultados como referência para reestruturar os currículos, enquanto o setor empresarial e industrial se beneficia da formação de engenheiros aptos a resolver problemas complexos, de forma ética, inovadora e adaptável (Bilau; Santos, 2023; Wei *et al.*, 2023). Para os próprios estudantes, a integração da educação empreendedora representa a ampliação de suas competências profissionais, bem como novas oportunidades de atuação e liderança em cenários desafiadores (Hassan; Shuriye; Abdallah, 2017).

5.1.3.1 Protocolo metodológico

A construção da *string* de busca pressupôs a definição prévia dos principais descritores (palavras-chave) relacionados à pesquisa sobre a integração da educação empreendedora nos currículos de engenharia e seu impacto no desenvolvimento de competências do século XXI. A seleção dos descritores considerou operadores booleanos “AND” e “OR” para compor a estratégia de busca. Foram utilizados termos, como: *engineering curriculum*, *engineering education*, *undergraduate engineering*, *entrepreneurial education*, *entrepreneurship education*, *21st century skills*, *socio-emotional competencies*, *soft skills*, *workforce readiness*, entre outros.

A adoção de descritores em língua inglesa foi motivada pela limitada produção científica em português sobre a temática. Assim, a *string* final utilizada nas etapas de seleção e coleta da literatura científica foi:

(“*engineering curriculum*” OR “*engineering education*” OR “*engineering courses*” OR “*engineering programs*” OR “*engineering students*” OR “*training of engineers*” OR “*undergraduate engineering*” OR *engineering*) AND (“*entrepreneurial education*” OR “*entrepreneurship education*” OR “*teaching entrepreneurship*” OR “*entrepreneurial training*” OR “*entrepreneurial teaching*” OR “*entrepreneurship*” OR “*Engineering Entrepreneurship Education*”) AND (“*21st century abilities*” OR “*21st century competencies*” OR “*21st century skills*” OR “*soft skills*” OR “*socio-emotional competencies*” OR “*socio-emotional skills*” OR “*workforce readiness*” OR “*Professional skills*”).

5.1.3.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão abrangeram estudos que explorassem a integração da educação empreendedora nos currículos de engenharia, com foco no desenvolvimento de competências do século XXI entre estudantes de graduação. Foram priorizados artigos que analisassem práticas educacionais empreendedoras, como projetos baseados em problemas e *hackathons*, publicados nos últimos dez anos e disponíveis integralmente e gratuitamente em inglês, espanhol ou português. Por outro lado, foram excluídos estudos que se concentrassem exclusivamente em contextos fora do ensino de engenharia, como treinamentos corporativos, programas de empreendedorismo geral ou disciplinas não relacionadas à formação em engenharia.

5.1.3.1.2 Exemplo de exclusão de artigos

Durante o processo de seleção, foram identificados artigos que, apesar de discutirem a educação empreendedora, não atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos. Por exemplo, o estudo de Kaya-Capocci; McCormack e Erduran (2022), que explora a relação entre empreendedorismo e educação em saúde, foi excluído por abordar contextos que não estão diretamente relacionados ao ensino de engenharia.

Outro exemplo é o trabalho de Raut e Joshi (2023), que investiga o impacto do empreendedorismo social na formação médica, mas sem conexão explícita com a integração da educação empreendedora em currículos de engenharia. Esses exemplos refletem a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão, que priorizaram estudos focados na integração da educação empreendedora em currículos de engenharia e no desenvolvimento de competências do século XXI.

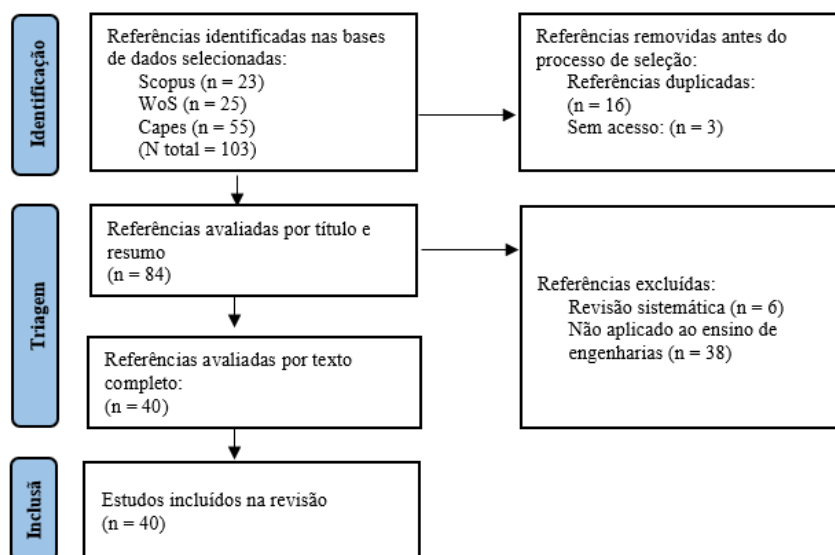
5.1.3.2 Resultados e discussão

A seção de resultados está organizada em seis subseções, cada uma destinada a apresentar a síntese da literatura científica analisada. A primeira subseção (5.1.3.2.1) aborda os resultados gerais da revisão, fornecendo uma visão panorâmica dos estudos incluídos. As subseções subsequentes se concentram em análises críticas e discussões específicas, destacando os principais apontamentos derivados da síntese da literatura revisada.

5.1.3.2.1 Resultados gerais

A aplicação da *string* de busca resultou na identificação de cento e três publicações científicas provenientes das bases Capes, *Web of Science* e *Scopus*. Após a remoção de dezesseis referências duplicadas e três que não permitiram acesso à leitura, restaram oitenta e quatro estudos para análise. A triagem inicial, baseada nos critérios de inclusão e exclusão, levou à eliminação de quarenta e quatro publicações. Por fim, quarenta estudos foram selecionados para compor o *corpus* textual analisado nesta revisão. O processo completo de seleção e exclusão dos trabalhos está ilustrado na Figura 8, que sintetiza as etapas seguidas, garantindo transparência metodológica.

Figura 8 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem dos artigos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da análise demonstraram diferentes perspectivas sobre o impacto da educação empreendedora no ensino de engenharia, com destaque para práticas que integram habilidades críticas e o desenvolvimento de competências do século XXI. Artigos, como os de Wei *et al.* (2023, A5) e Cheng, Wang e Lee (2018, A1), ressaltam o potencial de metodologias como o *problem-based learning* e o *design thinking* para promover autonomia, pensamento crítico e colaboração entre os estudantes. Essas práticas, além de favorecerem o engajamento acadêmico, estimulam o desenvolvimento de uma mentalidade empreendedora, essencial para preparar engenheiros para cenários complexos e interdisciplinares (Cheng; Wang; Lee, 2018, A1; Wei *et al.*, 2023, A5).

Adicionalmente, os estudos analisados apontam para a necessidade de alinhar a formação acadêmica às demandas do mercado de trabalho, evidenciando a criação de perfis de competências adaptados a contextos globais. Por exemplo, Sørensen *et al.* (2022, A3) explora a conexão entre práticas empreendedoras e empregabilidade, enquanto Wu (2017, A4) enfatiza a importância de integrar competências sociais e éticas ao ensino de engenharia. Essa abordagem mais ampla transcende as habilidades técnicas, sugerindo que a educação empreendedora também desempenha um papel essencial no fortalecimento de valores éticos e lideranças responsáveis no século XXI. O Quadro 7 apresenta os artigos selecionados, organizados de forma a realçar seus autores, títulos, veículos de publicação e ano.

Quadro 7 – Artigos selecionados na revisão

ID	Autores	Título	Publicação	Ano
A1	Cheng; Wang; Lee	Application of Engineering Education in Entrepreneurship Construction System	EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2018
A2	DeWaters; Kotla	Using an open-ended socio-technical design challenge for entrepreneurship education in a first-year engineering course	Frontiers in Education	2023a
A3	Sørensen <i>et al.</i>	Bringing the Entrepreneurial Mindset into Mining Engineering Education	Mining, Metallurgy & Exploration	2022
A4	Wu	Innovation and entrepreneurship education in Asia-Pacific	Management Decision	2017
A5	Wei <i>et al.</i>	Exploration of Open Innovation and Entrepreneurship Education Practice Teaching System in Local University Software Engineering Major	SHS Web of Conferences	2023
A6	Hao	Curriculum Setting and Significance of Embedded Education in Application-Oriented Universities —— A Case Study of Jiangsu University Jingjiang College	American Journal of Management Science and Engineering	2023
A7	Ye	Entrepreneurial capacity, teaching delivery mode, and entrepreneurial learning: Basis for entrepreneurship program development framework	International Journal of Research Studies in Management	2023
A8	DeWaters; Kotla	Growing the Entrepreneurial Mindset in First Year Engineering Students Using Sociotechnical Design Challenges	International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)	2023b
A9	Serrano <i>et al.</i>	Women as Industry 4.0. entrepreneurs: unlocking the potential of entrepreneurship in Higher Education in STEM-related fields	Journal of Innovation and Entrepreneurship	2023
A10	Ayalew; Zelege	Modeling the impact of entrepreneurial attitude on self-employment intention among engineering students in Ethiopia	Journal of Innovation and Entrepreneurship	2018

A11	Ahmad <i>et al.</i>	Entrepreneurship Education for Industrial Professional: The Influence of Communication, Teamwork, Leadership and Innovative Soft Skill on Job Performance	International Journal of Recent Technology and Engineering	2019
A12	Măgdoiș; Rada	The continuous entrepreneurial education and training of economist engineers through the design and accreditation of a master's program	International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES	2018
A13	Oliveira; Cardoso	A project-based learning approach to promote innovation and academic entrepreneurship in a master's degree in food engineering	Journal of Food Science Education	2021
A14	Chikasha; Ramdas; Mokgohloa	Balancing employment and entrepreneurship requirements in industrial engineering education	South African Journal of Industrial Engineering	2021
A15	Debelo; Ram	Entrepreneurship Education Impact on Self-employment Intention: Case of University Students in Ethiopia	International Journal of Economics, Finance and Management Sciences	2021
A16	Idris <i>et al.</i>	A Learning Model for Effective Teaching of Entrepreneurship Engineering Using Workshop Technology As A Case Study	Journal of Engineering Education Transformations	2021
A17	Täks <i>et al.</i>	Engineering Students' Experiences in Studying Entrepreneurship: Students' Experiences in Studying Entrepreneurship	Journal of Engineering Education	2014
A18	Yessica; Isabel; Desireth	Relación Entre La Intención De La Elección De La Carrera De Ingeniería Civil Y La Iniciativa Emprendedora De Los Estudiantes De Una Institución De Educación Superior Tecnológica En Hidalgo, México	European Scientific Journal, ESJ	2017
A19	Rodríguez	Desarrollo rural y autoempleo: el potencial emprendedor de estudiantes de "Ingenierías Verdes" de la Universidad de León.	Historia y Comunicación Social	2014
A20	Bosman; Phillips	Integrating the Entrepreneurial Mindset Into the Engineering Classroom	IEEE Transactions on Education	2022
A21	Abdullahi; Jabor; Akor	Developing 4IR Engineering Entrepreneurial Skills in Polytechnic Students. A Conceptual Framework	International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering	2020
A22	Epstein; Huang-Saad; Duval-Couetil	Faculty and Trainee Perceptions of NSF I-Corps Technology Commercialization Training	IEEE Engineering Management Review	2021
A23	Trevelyan	Transitioning to engineering practice	European Journal of Engineering Education	2019
A24	Oller; Peña; Olmedo-Torre	Effectiveness of project-based learning in a reinforced concrete course of civil engineering	Journal of Technology and Science Education	2024
A25	Sari <i>et al.</i>	Effects of STEM-focused Arduino practical activities on problem-solving and entrepreneurship skills	Australasian Journal of Educational Technology	2022

A26	Fritzsche; Boese; Friebe	How do we need to adapt Biomedical Engineering Education for the Health 4.0 challenges	Curr. Dir. Biomed. Eng.	2020
A27	Huerta <i>et al.</i>	Research, Development and Innovation: An Extracurricular Club Case Study	IEEE Access	2022
A28	Friebe	HealthTEC Innovation Design-A proposal for a novel Master degree program based on Unmet Clinical Need, global Healthcare Challenges, and 21st century skills	Curr. Dir. Biomed. Eng.	2020
A29	García-Laso <i>et al.</i>	Mentoring in the School of Mines and Energy to Cover Student Needs: From the Newly Enrolled to the Near-Graduates	Sustainability (Switzerland)	2022
A30	Tharakan	Disrupting engineering education: Beyond peace engineering to educating engineers for justice	Procedia Comput. Sci.	2020
A31	Jaimes-Acero; Moreno-Contreras; Bolívar-Leon	Soft Skills Requirements for the Engineering Sector: The Case of the Mechanical Engineering Industry	INGENIERIA	2023
A32	Johan	Perception of Students Towards Lecturers Teaching Engineering Courses With Industry Experience: A Case Study In Malaysia Technical University	Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA)	2015
A33	Buzady; Almeida	FLIGBY -A Serious Game Tool to Enhance Motivation and Competencies in Entrepreneurship	INFORMATICS-BASEL	2019
A34	Secundo <i>et al.</i>	The Impact of Career Insight in the Relation with Social Networks and Career Self-Management: Preliminary Evidences from the Italian Contamination Lab	SUSTAINABILITY	2019
A35	Ab-Rahman <i>et al.</i>	A Global Program-Educational-Objectives Comparative Study for Malaysian Electrical and Electronic Engineering Graduates	SUSTAINABILITY	2022
A36	Ananda; Mukhadis	Production Unit as Edupreneurship, Cooperation Business and Industrial World with the School for the Development of Vocational Student Entrepreneurship Mindset	Universitas Negeri Malang	2016
A37	Pisoni	Strategies for Pan-European Implementation of Blended Learning for Innovation and Entrepreneurship (I&E) Education	EDUCATION SCIENCES	2019
A38	Amalu <i>et al.</i>	Critical skills needs and challenges for STEM/STEAM graduates increased employability and entrepreneurship in the solar energy sector	RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	2023

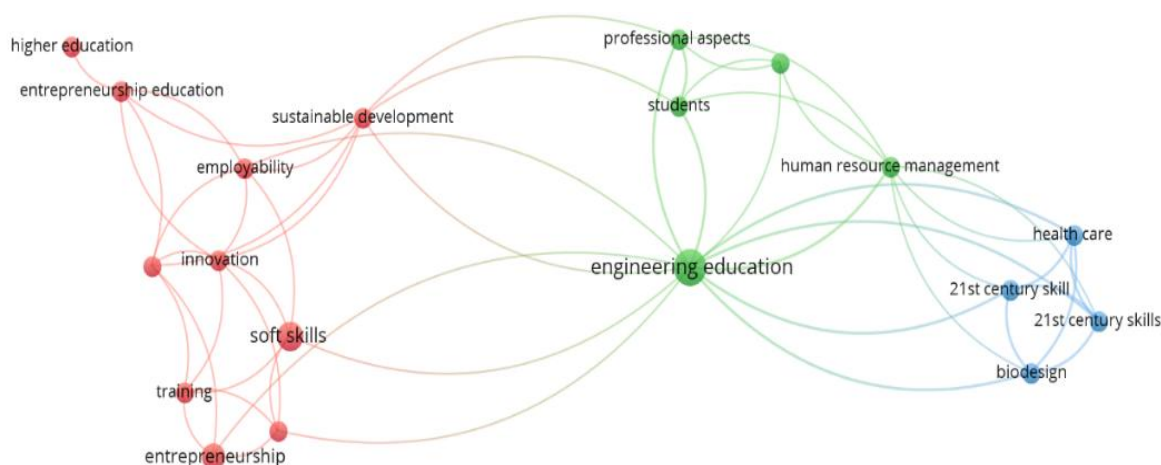
A39	Cui	Application and evaluation of “CDIO” in innovation and entrepreneurship education in higher vocational colleges	Journal of Physics: Conference Series	2020
A40	Saidi <i>et al.</i>	Final Year Students' Perception on Generic Skills up on Graduating	International Journal of Engineering and Advanced Technology	2019

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados do quadro acima evidenciam uma diversificação significativa nas áreas de aplicação da educação empreendedora no ensino de engenharia. Os artigos abrangem desde cursos tradicionais, como Física e Matemática, até áreas tecnológicas e inovadoras, como Inteligência Artificial e Telecomunicações. Além disso, destacam-se iniciativas interdisciplinares, como no caso de Wu (2017, A4), que examina práticas empreendedoras voltadas para a integração de competências sociais e técnicas. Essa diversidade ressalta o potencial de adaptação das práticas empreendedoras para atender às demandas de diferentes contextos educacionais, promovendo habilidades alinhadas às exigências do século XXI.

Por meio do *software VOSViewer*, foi realizada uma análise de coocorrência das palavras-chave extraídas dos quarenta artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais. Essa análise quantitativa permitiu identificar padrões nas discussões científicas, bem como estabelecer índices estatísticos que mapeiam o panorama temático sobre a aplicação de metodologias ágeis no ensino de engenharia.

Figura 9 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos trabalhos analisados



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 9 apresenta as redes de coocorrência das palavras-chave, organizadas em três *clusters* principais, sinalizados por cores distintas. Esses *clusters* representam os principais focos temáticos abordados na literatura selecionada. A visualização gráfica oferece uma perspectiva detalhada das relações entre os tópicos discutidos, sublinhando as áreas de maior relevância e conexão entre os estudos. Os três *clusters* identificados foram categorizados da seguinte forma:

- I. *Cluster Vermelho* (Inovação e Empreendedorismo): agrupa discussões relacionadas à promoção da mentalidade empreendedora e ao desenvolvimento de habilidades críticas, como criatividade, pensamento crítico e empregabilidade. Metodologias, como *problem-based learning* e *design thinking*, são centrais para esse *cluster*, evidenciando a conexão entre inovação pedagógica e práticas empreendedoras;
- II. *Cluster Verde* (Educação e Recursos Humanos): enfatiza tópicos associados ao alinhamento entre currículos de engenharia e demandas do mercado, com foco no desenvolvimento de competências interpessoais, como liderança e comunicação, e na integração de práticas educacionais que promovam a empregabilidade;
- III. *Cluster Azul* (Habilidades do Século XXI e Setores Específicos): está relacionado às competências do século XXI, abordando como habilidades técnicas e socioemocionais são aplicadas em setores específicos, como saúde e biotecnologia. Este *cluster* explora o pensamento sistêmico e a colaboração em contextos interdisciplinares e inovadores.

É importante mencionar que os *clusters* identificados refletem constructos interconectados, ainda que categorizados de forma distinta. A análise bibliométrica e a revisão da literatura sugerem uma convergência temática entre as discussões sobre educação empreendedora, competências do século XXI e práticas pedagógicas inovadoras. Em particular, observa-se uma conexão relevante entre os *clusters* Vermelho e Azul, pois a promoção de habilidades, como criatividade e pensamento crítico, características da inovação, está diretamente alinhada às competências requeridas em setores específicos.

Ademais, a análise das redes de coocorrência evidencia que o termo “competências do século XXI” é central para as discussões, refletindo a relevância dessas habilidades no ensino de engenharia. A interseção entre práticas pedagógicas ativas, como aprendizagem baseada em problemas e a formação de competências alinhadas às demandas contemporâneas, demonstra o impacto transformador dessas abordagens.

Os *clusters* e os artigos correlacionados foram categorizados com base nas principais temáticas abordadas, conforme apresentado no Quadro 8. Essas categorias fornecem uma visão

integrada das conexões entre inovação, formação acadêmica e demandas globais no ensino de engenharia.

A análise dos três *clusters* oferece uma compreensão abrangente sobre a integração da educação empreendedora nos currículos de engenharia e seu impacto no desenvolvimento das competências do século XXI. Esses agrupamentos capturam uma diversidade de abordagens presentes na literatura revisada, destacando temas, como inovação pedagógica, alinhamento curricular e aplicação de habilidades críticas em setores específicos. No *Cluster Vermelho*, práticas, como o *problem-based learning* e o *design thinking*, mostram-se centrais para a promoção da mentalidade empreendedora e da empregabilidade.

O *Cluster Verde*, por sua vez, foca no fortalecimento das competências interpessoais, como liderança e comunicação, essenciais para o alinhamento entre a formação acadêmica e as demandas do mercado. Já o *Cluster Azul*, observa como competências técnicas e socioemocionais podem ser aplicadas de forma interdisciplinar, evidenciando o papel dessas práticas em contextos inovadores e setores emergentes, como saúde e biotecnologia.

Quadro 8 – Relação de *clusters* por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais

<i>Cluster</i>	<i>Artigos</i>	<i>Conceitos principais</i>
Inovação e Empreendedorismo (Vermelho)	A1, A2, A4, A5, A7, A9, A11, A13, A14, A15, A16, A17, A25, A27, A28, A31, A33, A36, A37, A38, A39	Inovação, empreendedorismo, empregabilidade, <i>soft skills</i> , metodologias ativas (PBL, <i>design thinking</i>) e sustentabilidade
Educação e Recursos Humanos (Verde)	A3, A8, A10, A21, A26, A30, A32, A40	Formação de engenheiros, gestão de recursos humanos, alinhamento curricular e habilidades interpessoais (liderança, comunicação)
Habilidades do Século XXI e Setores Específicos (Azul)	A6, A12, A18, A19, A20, A22, A23, A24, A29, A34, A35	Habilidades do século XXI (pensamento crítico, colaboração), <i>biodesign</i> , saúde, tecnologias emergentes e sustentabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os constructos identificados em cada *cluster* evidenciam a multidimensionalidade da educação empreendedora, demonstrando seu potencial para transformar práticas educacionais e alinhar os currículos de engenharia às demandas contemporâneas. Não se restringindo à transmissão de conhecimento técnico, a educação empreendedora contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais e criativas, indispensáveis em um mundo dinâmico e interconectado.

A interpretação detalhada dos *clusters* será apresentada nas subseções seguintes, com enfoque nas abordagens teóricas e conceituais que sustentam esses agrupamentos. As análises destacam as implicações da educação empreendedora para o ensino de engenharia,

especialmente no desenvolvimento de competências, como pensamento sistêmico, liderança e colaboração. Ademais, são discutidas formas de aplicar essas práticas inovadoras de maneira eficaz, adaptando-as às especificidades de diferentes áreas da engenharia e contribuindo para currículos mais dinâmicos e alinhados às exigências do século XXI.

5.1.3.2.2 *Cluster Vermelho: inovação e empreendedorismo*

O *Cluster Vermelho* expressa avanços no ensino de engenharia, especialmente pela integração de competências empreendedoras e inovadoras em seus currículos. Estudos demonstram que metodologias ativas, como aprendizado baseado em problemas, ABP e *design thinking*, promovem criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas complexos (Cheng; Wang; Lee, 2018, A1; DeWaters; Kotla, 2023a, A2; Wu, 2017, A4). Essas estratégias ampliam o engajamento dos estudantes, ao aproximá-los de desafios reais e contextos multidisciplinares (Wei *et al.*, 2023, A5; Ye, 2023, A7).

O papel da diversidade, com ênfase para mulheres na Indústria 4.0, é abordado pela literatura, destacando práticas inclusivas e colaborativas, fundamentais para a formação plural e contemporânea (Serrano *et al.*, 2023, A9; Ahmad *et al.*, 2019, A11). O desenvolvimento interdisciplinar aparece na utilização de projetos aplicados, sobretudo no ensino de engenharia alimentar, que potencializam inovação entre pós-graduandos (Oliveira; Cardoso, 2021, A13). Estratégias pedagógicas, como simulação, gamificação e treinamento prático, mostram-se eficazes para estimular trajetórias empreendedoras e intenção de empregos autônomos, reafirmando a relevância da prática (Chikasha; Ramdass; Mokgohloa, 2021, A14; Debelo; Ram, 2021, A15; Idris *et al.*, 2021, A16; Täks *et al.*, 2014, A17).

A incorporação de tecnologias, como atividades com Arduino, reforça capacidades de resolução de problemas e inovação no contexto STEM (Sarı *et al.*, 2022, A25). Questões, como empregabilidade, sustentabilidade e desenvolvimento de competências do século XXI, têm destaque em intervenções extracurriculares, reformas curriculares e programas inovadores (Huerta *et al.*, 2022, A27; Friebe, 2020, A28). A articulação entre *soft skills* e demandas da indústria é analisada em pesquisas que evidenciam experiências práticas relevantes para potencializar o perfil profissional (Jaimes-Acero; Moreno-Contreras; Bolivar-Leon, 2023, A31; Ananda; Mukhadis, 2016, A36).

As estratégias de implementação europeia de *blended learning* e inovação em ambientes colaborativos fortalecem a interdisciplinaridade e as competências empreendedoras (Pisoni, 2019, A37; Amalu *et al.*, 2023, A38). Finalmente, o modelo “Conceber, Projetar, Implementar

e Operar”, originário da sigla inglesa *Conceive, Design, Implement, Operate* (CDIO), figura como referência para a integração curricular, promovendo a articulação entre teoria, prática e formação orientada à inovação (Cui, 2020, A39).

Embora o campo avance, alguns desafios persistem, por exemplo, sobrecarga curricular, lacunas entre teoria e prática e necessidade de fortalecimento das práticas pedagógicas conectadas ao mercado que, segundo os autores desse *cluster*, destacam-se entre os problemas a superar (Wu, 2017, A4; Debelo; Ram, 2021, A15; Friebe, 2020, A28).

Dessa forma, os vinte artigos do *cluster* revelam convergências entre metodologias ativas, *soft skills*, empregabilidade, empreendedorismo e sustentabilidade, consolidando uma configuração curricular inovadora, multidisciplinar e alinhada às demandas profissionais contemporâneas.

5.1.3.2.3 *Cluster Verde*: educação e recursos humanos

O *Cluster Verde* se concentra na conexão entre a formação acadêmica em engenharia e as demandas do mercado de trabalho, frisando práticas educacionais voltadas ao desenvolvimento de habilidades interpessoais e profissionais essenciais. Este *cluster* reflete esforços contínuos para alinhar os currículos às competências exigidas no século XXI, promovendo um equilíbrio entre conhecimentos técnicos e habilidades socioemocionais.

As discussões desse *cluster* abordam a lacuna entre as expectativas do mercado e as competências adquiridas durante a formação acadêmica. Sörensen *et al.* (2022, A3) ressaltam que práticas educacionais que integram competências, como liderança e comunicação, fortalecem a empregabilidade dos engenheiros. DeWaters e Kotla (2023a, A8) analisam como desafios sociotécnicos podem aprimorar a mentalidade empreendedora, enquanto Abdullahi, Jabor e Akor (2020, A21) apresentam modelos conceituais adaptados para o desenvolvimento de habilidades empreendedoras em ambientes politécnicos.

Entre os conceitos centrais desse *cluster* estão o desenvolvimento de habilidades interpessoais e profissionais, como trabalho em equipe, liderança e comunicação. Essas competências são especialmente relevantes para engenheiros atuarem em ambientes colaborativos e multiculturais. Ayalew e Zeleke (2018, A10) analisam o impacto das atitudes empreendedoras no desenvolvimento de estudantes de engenharia, evidenciando como abordagens educativas podem promover tanto competências técnicas quanto comportamentais. Ademais, Fritzsche, Boese e Friebe (2020, A26) investigam como os currículos podem ser adaptados para atender às demandas da Indústria 4.0, enquanto Johan (2015, A32) discute a

importância da experiência industrial dos professores como um diferencial na formação de engenheiros mais preparados para o mercado.

As contribuições desse *cluster* incluem o uso de tecnologias educacionais para simular cenários do mundo real e a integração de experiências práticas no currículo. Saidi *et al.* (2019, A40) enfatizam que a percepção dos estudantes sobre habilidades genéricas ao final da graduação está fortemente associada à sua preparação para o mercado de trabalho. Além disso, Tharakan (2020, A30) propõe que a formação em engenharia vá além das habilidades tradicionais e inclua um preparo voltado para justiça social e equidade, ampliando o papel dos engenheiros em questões sociais e globais.

Por outro lado, algumas divergências permanecem, principalmente na definição das abordagens mais eficazes para integrar competências técnicas e interpessoais. Sörensen *et al.* (2022, A3) argumentam que metodologias híbridas podem equilibrar essas dimensões, enquanto DeWaters e Kotla (2023a, A8) observam que muitos currículos ainda priorizam a formação técnica, em detrimento das habilidades interpessoais. Além disso, desafios institucionais, como limitações de infraestrutura e recursos insuficientes, dificultam a implementação de práticas mais avançadas – por exemplo, mentorias personalizadas ou laboratórios interativos.

Desse modo, os oito artigos que compõem o *Cluster Verde* evidenciam convergências entre práticas inovadoras de formação em engenharia, integração de habilidades interpessoais, adaptação curricular para demandas da Indústria 4.0, valorização da experiência docente e atenção às competências socioemocionais.

5.1.3.2.4 *Cluster Azul*: habilidades do século XXI e setores específicos

O *Cluster Azul* estuda a integração de competências contemporâneas em setores específicos, como saúde, energia e sustentabilidade, destacando o impacto de habilidades críticas no desenvolvimento desses setores e no atendimento às demandas globais. Este *cluster* enfatiza a necessidade de alinhar habilidades do século XXI, como criatividade, colaboração e pensamento crítico, às exigências do mercado de trabalho.

Hao (2023, A6) discute como currículos orientados à prática promovem uma formação mais alinhada às demandas do mercado. De forma complementar, Măgdoi e Rada (2018, A12) salientam a relevância da educação continuada e do treinamento empreendedor para engenheiros, propondo programas de mestrado focados em inovação. Yessica, Isabel e Desireth (2017, A18) investigam a relação entre atitudes empreendedoras e a escolha de carreiras em

engenharia, enquanto Rodríguez (2014, A19) averigua como o empreendedorismo pode servir como alavanca para o desenvolvimento rural.

Entre os conceitos centrais desse *cluster* estão o pensamento sistêmico e a resolução de problemas colaborativos, que se mostram fundamentais em setores emergentes, como energia renovável e saúde. Bosman e Phillips (2022, A20) exploram a integração da mentalidade empreendedora em salas de aula de engenharia, promovendo abordagens educacionais mais adaptativas. Epstein, Huang-Saad e Duval-Couetil (2021, A22) analisam a percepção de professores e estudantes sobre a comercialização de tecnologias no contexto educacional, apontando o impacto positivo de iniciativas orientadas à prática.

Trevelyan (2019, A23), por sua vez, ressalta a importância de uma transição mais prática entre a teoria educacional e as demandas da vida profissional. Já Oller, Peña e Olmedo-Torre (2024, A24) avaliam o impacto da ABP no ensino de engenharia civil, reforçando o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais. Em especial, Buzady e Almeida (2019, A33) apresentam evidências sobre o uso de jogos sérios, como o FLIGBY, para potencializar o desenvolvimento de competências essenciais em empreendedorismo, gestão e liderança, agregando elementos de motivação, avaliação formativa, trabalho colaborativo e autoconhecimento ao processo educacional na engenharia. Os resultados demonstram que metodologias ativas e tecnologia educacional ampliam a preparação para o mercado e desenvolvem competências socioemocionais e técnicas, por meio de ambientes imersivos e interativos.

As contribuições desse *cluster* incluem a criação de programas e iniciativas que conectam engenheiros a setores emergentes, promovendo inovação, empregabilidade e competências globais. García-Laso *et al.* (2022, A29) demonstram como programas de mentoria preparam estudantes para o mercado global, enquanto Secundo *et al.* (2019, A34) investigam a relação entre redes sociais, autogestão de carreira e laboratórios de inovação como ferramentas para capacitação profissional. Por fim, Ab-Rahman *et al.* (2022, A35) analisam programas educacionais globais para graduados em engenharia elétrica e eletrônica, enfatizando objetivos que atendem às demandas do mercado internacional.

Por outro lado, ainda existem desafios na aplicação prática dessas competências em setores altamente técnicos. Epstein, Huang-Saad e Duval-Couetil (2021, A22) observam que iniciativas educacionais enfrentam barreiras estruturais para integrar habilidades empreendedoras e técnicas de forma abrangente. Cabe mencionar que desafios institucionais, como a falta de recursos e infraestrutura, dificultam a implementação de práticas inovadoras e adaptativas, conforme evidenciado por Trevelyan (2019, A23).

Dessa maneira, os doze artigos que compõem o *Cluster Azul* revelam convergências quanto à integração de competências contemporâneas na engenharia, evidenciando práticas de formação empreendedora, uso de metodologias ativas, promoção do pensamento crítico e colaborativo, bem como estratégias de adaptação curricular voltadas a setores emergentes.

5.1.3.2.5 Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados

A análise dos três *clusters* revela lacunas estruturais e metodológicas persistentes na integração de práticas inovadoras, competências empreendedoras e habilidades do século XXI no ensino de engenharia. Foram evidenciadas inter-relações que apontam desafios recorrentes na atualização curricular e na efetividade das abordagens educacionais.

Uma lacuna central aos três *clusters* é o insuficiente alinhamento estratégico entre práticas pedagógicas inovadoras e as demandas institucionais. O *Cluster Vermelho* destaca a necessidade de ampliar a adoção de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em problemas e *design thinking*, para fomentar a mentalidade empreendedora (Cheng; Wang; Lee, 2018, A1; Wei *et al.*, 2023, A5). Entretanto, o *Cluster Verde* mostra que essas metodologias frequentemente encontram barreiras em currículos rígidos e excessivamente focados em conteúdos técnicos, que acabam por limitar o desenvolvimento de habilidades interpessoais e colaborativas (Sörensen *et al.*, 2022, A3; Johan, 2015, A32). No *Cluster Azul*, a deficiência de metodologias integradoras que conciliem simultaneamente competências técnicas e interpessoais prejudica o avanço em setores emergentes, como biotecnologia e energia renovável (Epstein; Huang-Saad; Duval-Couetil, 2021, A22; Bosman; Phillips, 2022, A20).

Outro aspecto transversal se refere à insuficiência de recursos institucionais e à necessidade de qualificação docente. Os *Clusters Verde e Azul* evidenciam que a implementação de programas inovadores, mentorias e laboratórios interativos permanece restrita por limitações de infraestrutura e carência de tecnologias educacionais adequadas (DeWaters; Kotla, 2023a, A8; Sörensen *et al.*, 2022, A3; Hao, 2023, A6; García-Laso *et al.*, 2022, A29). O *Cluster Vermelho*, por sua vez, mostra que a escassez de recursos financeiros compromete a adoção de práticas empreendedoras em instituições situadas em contextos menos favorecidos (Wu, 2017, A4; Ye, 2023, A7).

A avaliação do impacto das práticas educativas inovadoras é uma lacuna recorrente. Há ausência de métricas robustas e longitudinalmente consistentes nos três *clusters* para mensuração do sucesso das novas abordagens. No *Cluster Vermelho*, os resultados são muito pautados por indicadores imediatos, como criação de *startups*, sem considerar o

desenvolvimento profissional a longo prazo (DeWaters; Kotla, 2023b, A2; Debelo; Ram, 2021, A15). O *Cluster Verde* debate o equilíbrio entre competências técnicas e interpessoais nos processos avaliativos, enquanto o *Cluster Azul* evidencia dificuldades na mensuração do impacto de habilidades do século XXI nos setores específicos em que são aplicadas (Trevelyan, 2019, A23; Secundo *et al.*, 2019, A34).

Desse modo, a resistência cultural e institucional emerge como barreira integradora significativa. O *Cluster Vermelho* aponta a resistência de docentes e gestores à inovação curricular como fator limitante à implementação de práticas empreendedoras (Cheng; Wang; Lee, 2018, A1). O *Cluster Verde* ressalta que a ausência de cultura interdisciplinar restringe a articulação dos currículos às demandas do mercado (Abdullahi; Jabor; Akor, 2020, A21). Já no *Cluster Azul*, essa resistência é especialmente perceptível em áreas tradicionais, onde práticas inovadoras enfrentam rejeição perante modelos educacionais estabelecidos (Oller, Peña; Olmedo-Torre, 2024, A24).

Essas lacunas convergentes reforçam a urgência de esforços coordenados para superar barreiras institucionais, aprimorar a capacitação docente, desenvolver métricas de avaliação efetivas e promover uma integração curricular que equilibre habilidades técnicas, interpessoais e especializadas. Esse movimento é fundamental para preparar os engenheiros para desempenharem papéis relevantes em contextos sociais, tecnológicos e econômicos cada vez mais complexos.

5.1.3.3 Considerações finais da RSL sobre educação empreendedora

A presente revisão sistemática analisou obstáculos e oportunidades para a integração da educação empreendedora nos currículos de engenharia, com ênfase na contribuição dessa abordagem para o desenvolvimento de competências do século XXI entre futuros engenheiros. O principal desafio identificado se refere às limitações impostas por currículos tradicionais, resistência cultural e escassez de recursos institucionais, dificultando a operacionalização efetiva de práticas empreendedoras em ambientes acadêmicos (Wu, 2017, A4).

Por outro lado, a incorporação da educação empreendedora apresenta potencial significativo para alinhar a formação técnica às demandas emergentes do mercado, promovendo criatividade, liderança, colaboração e pensamento crítico (Cheng; Wang; Lee, 2018, A1; Wei *et al.*, 2023, A5). A literatura ressalta que metodologias inovadoras, como *problem-based learning*, *design thinking* e projetos interdisciplinares, possibilitam transformar o ensino de engenharia, ao favorecer o desenvolvimento de competências empreendedoras (DeWaters;

Kotla, 2023b, A2; Sörensen *et al.*, 2022, A3). Mesmo diante de restrições institucionais, a adoção de estratégias, como inovação aberta, parcerias com o setor produtivo e implementação de metodologias híbridas, mostra-se promissora para combinar competências técnicas, interpessoais e digitais, preparando engenheiros para contextos dinâmicos e multifacetados (Wei *et al.*, 2023, A5; Cui, 2020, A39).

Ao atingir o objetivo de examinar estratégias para superar desafios institucionais e curriculares, esta RSL sistematizou práticas pedagógicas eficazes e propôs diretrizes para a implementação da educação empreendedora. Destacam-se como pontos essenciais o alinhamento de políticas educacionais com as demandas do mercado, a promoção de currículos adaptáveis e conectados globalmente e a capacitação docente em práticas inovadoras (Wu, 2017, A4; Johan, 2015, A32). Ademais, enfatiza-se o incentivo à interdisciplinaridade e o desenvolvimento de métricas consistentes para avaliar o impacto das iniciativas educativas (Debelo; Ram, 2021, A15; Secundo *et al.*, 2019, A34).

A relevância dos resultados reside na capacidade de oferecer subsídios teóricos e práticos, para que a educação em engenharia funcione como ferramenta para enfrentar desafios atuais de inovação, sustentabilidade e empregabilidade. O equilíbrio entre inovação pedagógica, formação técnica e competências socioemocionais delineia uma abordagem educacional contemporânea, alinhada ao ensino ágil e à formação de engenheiros aptos para o século XXI.

Todavia, persistem lacunas relevantes. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a criação de métricas para avaliação das práticas empreendedoras, investiguem o impacto longitudinal dessas iniciativas na trajetória profissional dos engenheiros e explorem alternativas metodológicas para contextos de recursos limitados (Yessica; Isabel; Desireth, 2017, A18; Trevelyan, 2019, A23; Ab-Rahman *et al.*, 2022, A35). Essas investigações complementarão os achados atuais, fortalecendo o avanço de um ensino de engenharia inovador, interdisciplinar e conectado às demandas globais.

Em suma, a educação empreendedora, ao incorporar metodologias ativas e estratégias inovadoras, potencializa o desenvolvimento de competências essenciais para o exercício profissional do engenheiro contemporâneo. Resta, porém, o desafio de consolidar sua operacionalização na prática cotidiana dos cursos, integrando efetivamente habilidades técnicas, empreendedoras e colaborativas. Tal problemática demanda a exploração continuada de abordagens pedagógicas dinâmicas e flexíveis.

Nessa perspectiva, a próxima etapa da revisão sistemática foca na aplicação de metodologias ágeis, especialmente o *Scrum*, para aprofundar a articulação entre competências técnicas e empreendedoras no contexto da formação em engenharia.

5.1.4 Ensino ágil na Engenharia: uma revisão sobre a expansão do uso de métodos ágeis como o *Scrum* para o desenvolvimento de competências do século XXI

As metodologias ágeis, com ênfase no *Scrum*, têm ganhado destaque como abordagens pedagógicas inovadoras, capazes de alinhar o ensino às demandas do século XXI. Esses métodos promovem competências, como adaptabilidade, criatividade e pensamento sistêmico, particularmente relevantes em cursos de Engenharia, em que é necessário integrar formação técnica e habilidades socioemocionais para atender às exigências de um mercado dinâmico (López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019).

Vale destacar que o *Scrum* é uma estrutura de trabalho (“*framework*”) originalmente concebida para gestão e desenvolvimento de projetos de *software*, mas adaptada ao contexto educacional por seu potencial de organizar o ensino em ciclos curtos, voltados à resolução colaborativa de problemas. Segundo López-Alcarria, Olivares-Vicente e Poza-Vilches (2019), práticas ágeis contribuem significativamente para formar cidadãos capacitados a solucionar desafios complexos e estimular a criatividade, reforçando o impacto do ensino utilizando o *Scrum* na preparação de estudantes para cenários contemporâneos.

A adoção dessas práticas tem repercutido no ambiente acadêmico, ao criar espaços de aprendizagem mais participativos e engajadores. Conforme destacado por Rodríguez, Soria e Campo (2016) e Martin, Anslow e Johnson (2017), o uso do *Scrum* não apenas influencia positivamente o desempenho acadêmico, mas também eleva os níveis de satisfação dos estudantes, promovendo experiências pedagógicas que extrapolam a transmissão de conhecimento técnico. Assim, a formação se torna mais alinhada às demandas da denominada Indústria 4.0, que requisita domínio de ferramentas digitais aliado a competências interpessoais e cognitivas (Fadel; Trilling, 2009; Van Laar *et al.*, 2020; Griffin; McGaw; Care, 2011).

A fundamentação teórica que orienta o ensino de engenharia, na perspectiva contemporânea, destaca a necessidade de convergência entre prática pedagógica e demandas do mundo do trabalho. Como Secules *et al.* (2018) apontam, tal convergência é mediada por fatores sociais e institucionais que influenciam as experiências dos estudantes, e Johri (2010) ressalta a importância de compatibilizar valores acadêmicos e profissionais, enquanto Dewey (2009) já enfatizava o papel das práticas inovadoras para impulsionar a educação técnica.

Edström (2018) renova o debate, ao abordar a tensão persistente entre formação acadêmica tradicional e as exigências do mercado, destacando o papel das novas abordagens de ensino, como as metodologias ágeis, na promoção de engenheiros mais criativos e inovadores.

O reconhecimento das competências do século XXI como meta central para o ensino de engenharia é objeto de consenso na literatura. A necessidade de currículos dinâmicos, capazes de integrar criatividade, pensamento crítico e colaboração ao ensino técnico-prático, é reforçada por Fadel e Trilling (2009), ao passo que Van Laar *et al.* (2020) e Griffin, McGaw e Care (2011) enfatizam a indispensabilidade do domínio de ferramentas digitais em contextos profissionais globalizados.

O ensino por meio do *Scrum* busca promover experiências práticas e estruturadas voltadas ao desenvolvimento das competências essenciais em múltiplos níveis educacionais. O trabalho de Rodríguez, Soria e Campo (2016) evidencia que alinhar o *Scrum* aos estilos de aprendizagem dos discentes pode melhorar o engajamento e, conseqüentemente, os resultados acadêmicos. A expertise pedagógica do professor é crucial para o sucesso dessa implementação, independentemente do contexto (Vogelzang; Admiraal; Van Driel, 2019, 2020).

Diante desse quadro, a interseção entre métodos ágeis, competências do século XXI e ensino de engenharia se revela como um alicerce para a transformação da educação técnica. Práticas, como o *Scrum*, favorecem ambientes de aprendizagem colaborativos e personalizados, ampliando as possibilidades de desenvolvimento integrado de habilidades técnicas e socioemocionais, imprescindíveis frente aos desafios globais da contemporaneidade (Rodríguez; Soria; Campo, 2016).

Esta seção, portanto, busca explorar como o ensino ágil, com foco no *Scrum*, pode contribuir para uma transformação significativa da formação em engenharia, propondo um modelo de aprendizado dinâmico e sustentável voltado ao atendimento das exigências emergentes do mercado e da sociedade. Ressalta-se, entretanto, que, apesar do uso do *Scrum* estar amplamente difundido no desenvolvimento de *software*, sua aplicação em áreas da engenharia não relacionadas à programação carece de evidências empíricas robustas. Tal constatação define a principal lacuna desta revisão, qual seja: a carência de investigações sistemáticas sobre o impacto do *Scrum* em diferentes contextos educacionais de engenharia.

Essa lacuna motiva a pergunta de pesquisa central desta investigação: Qual o impacto da aplicação de metodologias ágeis, como o *Scrum*, no ensino de engenharia, especialmente em áreas não relacionadas ao desenvolvimento de *software*, na promoção de competências do século XXI entre estudantes de graduação? Investigar tal questão se mostra fundamental para compreender as possibilidades de adaptação do *Scrum* às necessidades de disciplinas diversas

da engenharia, tais como mecânica, civil e elétrica, em que ainda predomina a escassez de estudos consistentes a respeito (Scott *et al.*, 2016; Vogelzang; Admiraal; Van Driel, 2019). Conforme alertam Fadel e Trilling (2009), a eficácia de novas abordagens pedagógicas depende, em grande medida, de sua adaptabilidade a contextos diversos, aspecto ainda pouco explorado no uso do ensino ágil nas engenharias.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, como a aplicação do *Scrum* pode promover o desenvolvimento de competências do século XXI em cursos de Engenharia, não diretamente vinculados à área de *software*, explorando seu potencial inovador para a formação discente. Ao avaliar as competências promovidas pelo uso desse método como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas (Fadel; Trilling, 2009; López-Alcarria; Olivares-Vicente; Poza-Vilches, 2019), pretende-se contribuir para a validação empírica dessas metodologias em contextos diversos, ao mesmo tempo em que se reconhecem os limites postos pelas evidências disponíveis.

Nessa perspectiva, a discussão aqui proposta interessa a educadores, gestores acadêmicos, formuladores de políticas educacionais e pesquisadores engajados em inovação pedagógica. Ao oferecer subsídios para a adaptação do *Scrum* no ensino de engenharia, esta investigação visa fomentar currículos dinâmicos, alinhados tanto às demandas do mercado quanto ao desenvolvimento integral dos estudantes.

Destaca-se ainda que, embora recentes trabalhos tenham avançado no uso de metodologias ágeis em diferentes contextos, os desafios relacionados à implementação, avaliação e generalização de seus resultados alertam para a necessidade contínua de pesquisas que aprofundem tais dimensões, sobretudo quanto à sua aplicação em áreas técnicas diversificadas do campo da engenharia, bem como à inclusão dos aspectos éticos e sociais indispensáveis à atuação profissional contemporânea.

5.1.4.1 Protocolo metodológico

A construção da estratégia de busca envolveu a definição prévia de descritores (palavras-chave) relacionados ao uso de metodologias ágeis no ensino de engenharia, contemplando operadores booleanos “AND” e “OR”. Optou-se pela predominância de termos em língua inglesa, devido à baixa produção nacional disponível sobre o tema. Assim, a *string* final aplicada foi:

(“engineering curriculum” OR “engineering education” OR “engineering courses” OR “engineering programs” OR “engineering students” OR “training of engineers” OR “undergraduate engineering” OR engineering) AND (“eduScrum” OR “Scrum” OR “agile teaching” OR “agile methodologies” OR “agile education”) AND (“21st century skills” OR “21st century” OR “competencies OR skills” OR “soft skills” OR “socioemotional” OR “abilities” OR “softskills”) NOT (“software”).

A busca foi realizada nas bases Periódicos da Capes, *Web of Science* e *Scopus*, reconhecidas pelo acervo representativo e elevados índices de impacto no campo. A seleção dos estudos seguiu critérios de inclusão: artigos e trabalhos publicados em eventos nacionais e internacionais sobre uso de metodologias ágeis, com ênfase no *Scrum*, focalizando o desenvolvimento de competências do século XXI em educação em engenharia (fora do segmento de *software*), disponibilizados gratuitamente e publicados nos últimos dez anos. Excluíram-se trabalhos não disponíveis na íntegra, literatura não acadêmica (livros, capítulos, cartas, editoriais e resenhas), revisões de literatura e estudos sem aplicação efetiva dos métodos ágeis no ensino ou sem relato de competências adquiridas.

5.1.4.1.1 Exemplo de exclusão de artigos

Durante o processo de seleção, foram identificados artigos que, apesar de mencionarem metodologias ágeis, não atendiam aos critérios de inclusão. Por exemplo, o estudo de Bushuyeva, Bushuiev e Bushuieva (2019), que explora liderança ágil em projetos de inovação, foi excluído por se concentrar em aspectos organizacionais de gerenciamento de projetos, desviando-se do foco em aplicações educacionais no ensino de engenharia. Esse exemplo reflete a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão, que priorizaram estudos diretamente relacionados ao uso do *Scrum* em contextos educacionais, particularmente na promoção de competências do século XXI.

5.1.4.2 Resultados e discussão

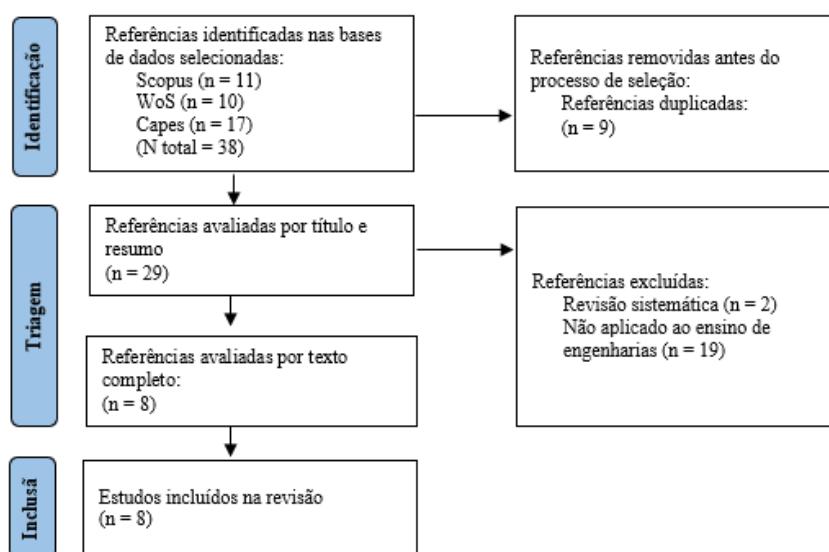
A seção de resultados está organizada em cinco subseções, cada uma destinada a apresentar a síntese da literatura científica analisada. A primeira subseção (5.1.4.2.1) aborda os resultados gerais da revisão, fornecendo uma visão panorâmica dos estudos incluídos. As subseções subsequentes se concentram em análises críticas e discussões específicas, destacando os principais apontamentos derivados da síntese da literatura revisada.

5.1.4.2.1 Resultados gerais

A aplicação da estratégia de busca possibilitou a identificação de trinta e oito publicações científicas, das quais, após análise dos critérios de inclusão e exclusão, oito compuseram o *corpus* do presente estudo. O processo de triagem, que ocorreu entre outubro e novembro de 2024, envolveu a leitura integral dos textos por, pelo menos, dois revisores independentes, assegurando, assim, a máxima confiabilidade metodológica no procedimento de seleção.

O fluxo completo dessas etapas está detalhado na Figura 10, evidenciando quantitativamente as fases de inclusão e exclusão dos artigos e a aderência aos critérios previamente estabelecidos no protocolo. Essa representação gráfica facilita ao leitor a compreensão do rigor e da transparência adotados na seleção do material bibliográfico.

Figura 10 – Fluxograma a respeito do processo de identificação e filtragem/seleção das teses e dissertações em análise



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise revelou que, a partir de 2020, houve um crescimento expressivo nas publicações sobre o impacto das metodologias ágeis, especialmente o *Scrum* no ensino de engenharia, indo além do desenvolvimento de *software*. Esse aumento de estudos demonstra o interesse crescente por abordagens inovadoras que promovam competências do século XXI, como colaboração, pensamento crítico e resolução de problemas. O primeiro artigo identificado, elaborado por Pócsová *et al.* (2020), versou sobre a implementação de metodologias ágeis na matemática para engenharia. Posteriormente, outros estudos ampliaram

o foco para áreas, como Telecomunicações, Inteligência Artificial e Projetos Interdisciplinares, refletindo a preocupação dos educadores em integrar metodologias ativas e engajar mais intensamente os estudantes, frente às novas demandas educacionais.

Os oito artigos selecionados para compor o *corpus* da revisão estão sintetizados no Quadro 9, organizados em ordem cronológica. Esse quadro relaciona títulos, autores, veículo de publicação e ano, evidenciando que a maior parte dos estudos se concentra nos últimos três anos, o que reforça a atualidade e o caráter emergente das práticas ágeis no ensino de engenharia. Esse panorama sinaliza a consolidação do tema nas discussões acadêmicas recentes, posicionando o uso do *Scrum* e metodologias afins como abordagens promissoras para inovação pedagógica no campo da engenharia.

Quadro 9 – Artigos selecionado na revisão

ID	Autores	Título	Publicação	Ano
A1	Pócsová <i>et al.</i>	Implementation of Agile Methodologies in an Engineering Course	Education Sciences	2020
A2	Mikhridinova <i>et al.</i>	Developing and Improving Competence Profiles of Project Teams in Engineering Education	SEFI 2022	2022
A3	Tunncliffe <i>et al.</i>	Rapid Learning Cycles for Project-Based Learning	REES AAEE 2021	2022
A4	Pinto; Mendonça; Nicola	DrIVE-MATH Project: Case Study from the Polytechnic of Porto, PT	Open Education Studies	2022
A5	Arnold	Sustainability Service Learning in Economics	Journal of International Education in Business	2022
A6	Barros; Paiva; Hayashi	Using PBL and Agile to Teach Artificial Intelligence to Undergraduate Computing Students	IEEE ACCESS	2023
A7	Lourakis; Petridis	Applying Scrum in an Online Physics II Undergraduate Course	Education Sciences	2023
A8	López-Bravo <i>et al.</i>	LIZGAIRO: Improving learning experience through Scrum in telecommunications engineering curriculum	Computer Applications in Engineering Education	2024

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados do quadro mostram uma diversificação significativa nas áreas de aplicação, incluindo cursos de Matemática, Inteligência Artificial, Física e Telecomunicações, além de iniciativas interdisciplinares, como no caso de Pinto, Mendonça e Nicola (2022, A4). Essa diversidade ressalta o potencial de adaptação das metodologias ágeis para atender às demandas de diferentes contextos educacionais.

A concentração de estudos recentes reforça o crescente interesse acadêmico e prático por práticas pedagógicas que promovam competências do século XXI. Entre os benefícios relatados, destacam-se o aumento do engajamento dos alunos, o desenvolvimento de

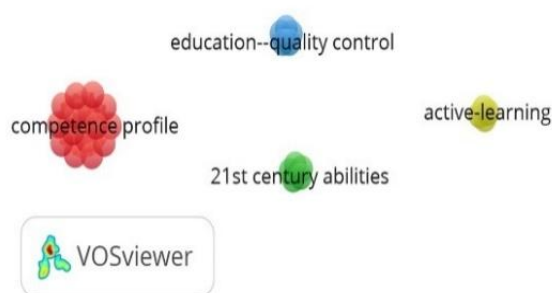
habilidades colaborativas e a melhoria do aprendizado em disciplinas tradicionalmente desafiadoras. Esses resultados sugerem que o uso do *Scrum* e de abordagens similares pode contribuir significativamente para a inovação no ensino de engenharia, alinhando currículos às demandas da Indústria 4.0.

Os critérios de aderência adotados na seleção dos artigos se pautaram na relevância das publicações, frente à questão de pesquisa. Foram considerados “fortemente aderentes” aqueles artigos que examinaram diretamente a aplicação do *Scrum* no ensino de engenharia e analisaram competências essenciais do século XXI, tais como: pensamento crítico, colaboração e habilidades de comunicação (A1, A2, A4, A6 e A7). Em contraste, trabalhos classificados como “parcialmente aderentes” utilizaram metodologias ágeis ou abordagens correlatas, porém sem foco exclusivo no *Scrum* ou sem detalhamento das competências específicas destacadas (A3, A5 e A8). Essa distinção reforça o alinhamento dos estudos ao objetivo central do trabalho, ainda que o número reduzido de artigos fortemente aderentes limite a representatividade e a profundidade das interpretações.

Essa classificação permitiu identificar os estudos mais relevantes para a investigação, garantindo que a análise estivesse centrada nos trabalhos que oferecem contribuições significativas sobre o impacto do *Scrum* no ensino de engenharia.

Por meio do *software VOSViewer*, foi realizada uma análise de coocorrência das palavras-chave extraídas dos oito artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais. Essa análise quantitativa permitiu identificar padrões nas discussões científicas, bem como estabelecer índices estatísticos que mapeiam o panorama temático sobre a aplicação de metodologias ágeis no ensino de engenharia.

Figura 11 – Análise das redes de coocorrência das palavras-chave dos trabalhos em análise



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 11 apresenta as redes de coocorrência das palavras-chave, organizadas em quatro *clusters*, destacados por cores distintas. Esses *clusters* representam os principais focos

temáticos abordados na literatura selecionada. A visualização gráfica oferece uma perspectiva detalhada das relações entre os tópicos discutidos, destacando as áreas de maior relevância e conexão entre os estudos. Os quatro *clusters* identificados foram categorizados da seguinte maneira:

- I. *Cluster Vermelho (Competence Profile – Competências e Trabalho em Equipe)*: agrupa discussões relacionadas ao desenvolvimento de competências, com ênfase em perfis de habilidades necessários para o século XXI, como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas;
- II. *Cluster Azul (Education-Quality Control – Métodos Ágeis na Educação)*: representa tópicos associados à garantia de qualidade na educação, enfatizando como metodologias ágeis podem contribuir para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem;
- III. *Cluster Verde (21st Century Abilities – Estratégias de Ensino e Aprendizagem)*: está relacionado às competências do século XXI, abordando especificamente como ensinar as habilidades técnicas e socioemocionais demandadas pela Indústria 4.0;
- IV. *Cluster Amarelo (Active Learning – Metodologias Educacionais)*: foca em práticas de aprendizagem ativa, com destaque para metodologias que promovem maior engajamento dos estudantes e integração prática dos conteúdos.

A análise de coocorrência revela que o termo “*competence profile*” é central nas discussões científicas, refletindo a importância do desenvolvimento de habilidades no contexto do ensino de engenharia. Além disso, a conexão entre “*active learning*” e “*21st century abilities*” sugere uma interseção relevante entre práticas pedagógicas inovadoras e a formação de competências alinhadas às demandas contemporâneas.

A análise das redes de coocorrência permitiu categorizar as palavras-chave em quatro *clusters* distintos, representando as principais temáticas abordadas nos artigos selecionados. Esses *clusters* refletem os constructos bibliométricos identificados e demonstram as conexões entre os tópicos centrais da literatura sobre metodologias ágeis no ensino de engenharia. O Quadro 10 apresenta os artigos correlacionados e os conceitos principais associados a cada agrupamento.

A análise dos quatro *clusters* oferece uma compreensão abrangente sobre a aplicação das metodologias ágeis, com destaque para o *Scrum*, no ensino de engenharia. Esses agrupamentos capturam a diversidade de abordagens e temáticas presentes na literatura revisada, demonstrando o potencial dessas práticas pedagógicas para promover competências do século XXI. Os *clusters* abrangem desde o desenvolvimento de habilidades interpessoais e

trabalho em equipe até estratégias pedagógicas inovadoras, como aprendizado ativo e ensino colaborativo, que são essenciais para a formação de engenheiros preparados para enfrentar os desafios da Indústria 4.0.

Quadro 10 – Relação de *clusters* por trabalho e palavras-chaves/conceitos principais

Clusters	Artigos	Conceitos principais
Competências e Trabalho em Equipe (Vermelho)	A1, A2, A5, A7 e A8	Soft Skills, Gestão de projetos, Colaboração e educação em engenharia
Métodos Ágeis na Educação (Amarelo)	A1, A3, A4, A6, A7 e A8	Educação Ágil, aprendizagem ativa, EduScrum e <i>drive-math</i>
Metodologias Educacionais (Azul)	A2 e A5	Ensino e estudo em Engenharia, Qualidade Educacional e Metodologias de aprendizagem
Estratégias de Ensino e Aprendizagem (Verde)	A3, A4, A5 e A6	Ensino Colaborativo, Habilidades do Século XXI e Ensino superior

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os constructos identificados em cada *cluster* destacam a multidimensionalidade das metodologias ágeis, evidenciando sua capacidade de transformar práticas educacionais e alinhar currículos às demandas contemporâneas. Essas temáticas reforçam o papel das metodologias ágeis no ensino de engenharia como ferramentas que não apenas transferem conhecimento técnico, mas também desenvolvem competências socioemocionais e criativas necessárias em um mundo em constante transformação.

A interpretação detalhada de cada *cluster* será apresentada nas subseções a seguir, com foco nas principais abordagens teóricas e conceituais que sustentam os agrupamentos identificados. Essas análises destacarão as implicações das metodologias ágeis para o ensino de engenharia, enfatizando seu papel no desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. Além disso, será explorado como essas práticas inovadoras podem ser aplicadas de forma eficaz, adaptando-se às especificidades de diferentes áreas da engenharia e contribuindo para currículos mais dinâmicos e alinhados às demandas contemporâneas.

5.1.4.2.2 *Cluster* Vermelho: competências e trabalho em equipe

O *Cluster* Vermelho reúne evidências do impacto das metodologias ágeis, em especial o *Scrum*, no desenvolvimento de competências interpessoais e trabalho em equipe na engenharia. Pócsová *et al.* (2020) demonstram que a implementação do *Scrum* em disciplinas, como Matemática, potencializa habilidades, por exemplo, de comunicação, resolução de problemas e colaboração, promovendo maior engajamento e autonomia dos estudantes para

além do conteúdo técnico. O estudo também ressalta o papel de *soft skills* na empregabilidade e transição para o mercado.

Mikhridinova *et al.* (2022) reforçam a relevância dos perfis de competência, balanceando aspectos técnicos e interpessoais nas equipes, salientando que a sinergia entre membros é tão determinante quanto o domínio técnico, especialmente em projetos colaborativos na engenharia. Arnold (2022) acrescenta a dimensão ética e social, mostrando que dificuldades, como heterogeneidade de grupo e elevada complexidade, podem ser superadas com integração de competências interpessoais e estratégias flexíveis de acompanhamento.

Lourakis e Petridis (2023) confirmam que a prática do *Scrum* em cursos de física fortalece a interação e aquisição de *soft skills*, como comunicação, liderança, gestão de tempo e autonomia, tanto em ambientes presenciais quanto *online*. López-Bravo *et al.* (2024), por sua vez, evidenciam a percepção positiva dos estudantes na engenharia de telecomunicações em relação ao trabalho em equipe via *Scrum*, embora destaquem desafios iniciais de adaptação e importância da facilitação docente.

Apesar dos avanços, os estudos apresentam abordagens metodológicas distintas quanto à avaliação do impacto das metodologias ágeis. Mikhridinova *et al.* (2022) defendem a necessidade de instrumentos sistematizados e modelos de avaliação para mapear competências interpessoais em equipes de engenharia, propondo métodos analíticos e questionários próprios para aferição desses perfis.

Em contrapartida, Arnold (2022) questiona a suficiência do *Scrum* como metodologia isolada, argumentando que sua eficácia depende de fatores contextuais – como a diversidade dos alunos, desafios éticos e complexidade dos projetos – além de ressaltar a necessidade de integração com outras estratégias e acompanhamento constante. López-Bravo *et al.* (2024) destacam que o impacto positivo do *Scrum* sobre as competências colaborativas está condicionado à mediação ativa do docente e à adaptação continuada dos estudantes ao método, defendendo a avaliação processual e formativa durante o uso da abordagem ágil.

Essas divergências reforçam a urgência por critérios avaliativos mais sofisticados, protocolos de acompanhamento longitudinal e maior padronização de indicadores para comparar resultados em diferentes cenários educacionais.

Este *cluster* se integra ao Amarelo, estruturante das dinâmicas colaborativas via métodos ágeis, ao Verde, focado em estratégias ativas de aprendizagem, e ao Azul, que discute o alinhamento de *soft skills* com as demandas profissionais contemporâneas.

5.1.4.2.3 *Cluster* Amarelo: métodos ágeis na educação

O *Cluster* Amarelo analisa a difusão dos métodos ágeis, com destaque ao *Scrum*, em contextos educacionais para além da computação, evidenciando sua centralidade em processos de aprendizagem iterativa, planejamento estruturado e *feedback* contínuo. Desde 2020, a literatura indica a expansão dessas abordagens em cursos de Engenharia e áreas correlatas, como Matemática (Pócsová *et al.*, 2020), Telecomunicações (López-Bravo *et al.*, 2024) e Inteligência Artificial (Barros; Paiva; Hayashi, 2023), demonstrando crescente aderência a diversos conteúdos curriculares.

A aplicação do *Scrum*, segundo Barros, Paiva e Hayashi (2023), oferece à ABP uma estrutura para promover autonomia, responsabilidade coletiva e competências relacionadas a problemas reais, corroborando resultados positivos no desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais. Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022) destacam o potencial dos ciclos rápidos de aprendizagem para otimizar a tomada de decisão e a gestão do conhecimento em projetos acadêmicos, especialmente quando as demandas de planejamento, adaptação e avaliação são constantes. Lourakis e Petridis (2023), por sua vez, demonstram que o *Scrum* potencializa o engajamento em disciplinas tradicionais, facilitando o protagonismo discente no processo de aprendizagem.

Entretanto, a implementação dos métodos ágeis apresenta nuances contextuais relevantes: enquanto Pócsová *et al.* (2020) ressaltam benefícios, como eficiência e atratividade no ensino, López-Bravo *et al.* (2024) registram desafios ligados à adaptação do *Scrum* a áreas técnicas específicas e ao tempo de aprendizagem necessário, por parte de docentes e discentes. As variações nos resultados entre diferentes campos, cursos e perfis de estudantes indicam a necessidade de maior padronização dos processos e critérios avaliativos, assim como de estudos longitudinais para consolidação de evidências sobre impactos efetivos dessas práticas em múltiplos contextos educacionais.

O *cluster* ainda se relaciona de modo intrínseco ao *Cluster* Vermelho, pois a adoção de métodos ágeis fortalece habilidades, como comunicação e colaboração, essenciais ao trabalho em equipe (Pócsová *et al.*, 2020; Lourakis; Petridis, 2023). No âmbito do *Cluster* Azul, destaca-se a incorporação gradual dessas metodologias ao currículo, para atender às exigências do mercado. Já o *Cluster* Verde, evidencia a integração dos métodos ágeis em práticas pedagógicas inovadoras, com centralidade na aprendizagem ativa.

5.1.4.2.4 *Cluster* Azul: metodologias educacionais

O *Cluster* Azul evidencia a evolução das metodologias educacionais na engenharia, com foco na conexão entre formação acadêmica e demandas do mercado. Mikhridinova *et al.* (2022) propõem a organização curricular orientada por perfis de competência, unindo competências técnicas e *soft skills* em equipes de projetos. Os autores destacam a importância de modelos que permitam não apenas a soma de habilidades técnicas, mas também a construção coletiva e estratégica das competências interpessoais, indicando que projetos bem estruturados, com tarefas distribuídas por perfis e acompanhados de *feedback*, contribuem para o desenvolvimento integral dos estudantes (Mikhridinova *et al.*, 2022).

Arnold (2022) apresenta outra vertente, com ênfase em projetos interdisciplinares e a integração de questões éticas, sociais e de sustentabilidade à aprendizagem técnica. O estudo mostra que, em ambientes de alta complexidade e heterogeneidade, metodologias, como a aprendizagem-serviço, aliadas ao *Scrum* favorecem o desenvolvimento de competências amplas – por exemplo, autonomia, colaboração e abordagem sistêmica –, mas demandam acompanhamento tutorial próximo, *feedback* contínuo e ajustes instrucionais para lidar com diferentes graus de maturidade e preparo dos alunos. O autor destaca ainda que, para tarefas muito complexas, a integração dessas vertentes demanda equilíbrio entre fundamentos técnicos, pesquisas práticas e reflexão coletiva, sob risco de sobrecarga e dispersão dos aprendizes (Arnold, 2022).

As diferenças de foco entre os estudos – currículos orientados por competências técnicas em Mikhridinova *et al.* (2022) e o enfoque interdisciplinar em Arnold (2022) – revelam a necessidade de maior integração entre fundamentos técnicos e competências sociais. Tal integração é fundamental para formar engenheiros aptos a enfrentar problemas complexos e sistêmicos da contemporaneidade, apontando para a importância de avaliações mais multidimensionais e formação docente voltada para práticas colaborativas.

Dialogando com o *Cluster* Vermelho, ambas as abordagens valorizam competências interpessoais, essenciais para a adaptação ao mercado, e apresentam o *Cluster* Amarelo como espaço viável para implementação de currículos dinâmicos via metodologias ágeis. Ademais, o *Cluster* Verde amplia esse quadro, ao articular teoria e prática em estratégias ativas e inovadoras.

5.1.4.2.5 *Cluster Verde*: estratégias de ensino e aprendizagem

O *Cluster Verde* destaca a transição de métodos tradicionais para abordagens colaborativas e inovadoras, com ênfase em estratégias de aprendizado ativo e no desenvolvimento de competências do século XXI. Tunncliffe, Brown e Shekar (2022) analisam os ciclos rápidos de aprendizado em ambientes de ABP, mostrando que *frameworks* iterativos, como o *Rapid Learning Cycles*, favorecem a tomada de decisão, gestão do conhecimento e planejamento eficaz, mesmo em projetos de curta duração, promovendo habilidades de autogestão, liderança e comunicação. Barros, Paiva e Hayashi (2023) evidenciam que a integração de *Scrum* e ABP no ensino de inteligência artificial, potencializa a autonomia e o pensamento crítico, além de engajar estudantes em desafios do mundo real e fomentar *soft skills* essenciais para a atuação profissional.

O trabalho de Pinto, Mendonça e Nicola (2022) demonstra que a aplicação do eduScrum em cursos de Matemática resultou em ganhos importantes de motivação, trabalho em equipe e competências interpessoais, especialmente em turmas grandes e diversificadas. A metodologia promove responsabilidade compartilhada e aprendizado contínuo, favorecendo habilidades, como liderança, comunicação, colaboração e resiliência.

Arnold (2022) contribui, a partir de uma perspectiva interdisciplinar, ao tratar de ABP para questões de sustentabilidade, ressaltando que a complexidade e a heterogeneidade dos grupos impõem desafios ao uso de métodos ágeis em contextos muito abertos ou com múltiplos objetivos. O sucesso desse tipo de estratégia depende de constante *feedback*, suporte tutorial e reflexão integrada sobre ética, impacto social e domínio técnico.

Apesar de todos os trabalhos destacarem os benefícios das abordagens colaborativas e inovadoras, há diferenças de escopo e ênfase metodológica. Enquanto Tunncliffe, Brown e Shekar (2022) e Barros, Paiva e Hayashi (2023) abordam o desenvolvimento de habilidades técnicas e de autogestão em contextos predominantemente técnicos, Arnold (2022) expande o debate, enfatizando os desafios enfrentados em projetos interdisciplinares, especialmente no tocante à integração de competências éticas e sociais.

Essas divergências evidenciam que, embora estratégias, como ABP, *Scrum* e eduScrum, promovam o desenvolvimento de competências amplas, sua efetividade pode variar conforme o grau de complexidade dos problemas propostos, o perfil dos estudantes e o apoio institucional. Assim, permanece o desafio de criar critérios comparáveis para avaliar impactos em contextos educacionais distintos e de fomentar maior integração entre os diferentes enfoques para uma formação mais completa no ensino de engenharia.

A relação do *Cluster Verde* com os demais *clusters* se dá: com o *Cluster Vermelho*, por integrar estratégias que promovem liderança e comunicação; com o Amarelo, pela aplicação de métodos ágeis no suporte do aprendizado ativo; e com o Azul, por conectar inovação pedagógica a currículos alinhados ao contexto vocacional e ao mercado.

Apesar dos avanços, persistem desafios em padronizar critérios de avaliação e mensuração dos impactos dessas estratégias, dado o alto grau de variabilidade entre disciplinas, objetivos e públicos, indicando a necessidade de pesquisas futuras com instrumentos comparativos mais robustos e acompanhamento longitudinal.

5.1.4.2.6 Lacunas identificadas nos trabalhos selecionados

A análise dos oito artigos revela limitações comuns aos quatro *clusters*: Competências e Trabalho em Equipe, Métodos Ágeis na Educação, Metodologias Educacionais e Estratégias de Ensino e Aprendizagem. Apesar do avanço no uso de métodos ágeis no ensino de engenharia, a adoção permanece fragmentada e restrita.

A principal lacuna está na ausência de critérios padronizados para avaliar o impacto das metodologias ágeis. Enquanto alguns estudos, como Barros, Paiva e Hayashi (2023) e Tunnicliffe, Brown e Shekar (2022), valorizam competências – por exemplo, autonomia e pensamento crítico – outros, como Mikhridinova *et al.* (2022), priorizam competências técnicas. Essa diversidade de objetivos e enfoques dificulta a comparação de resultados e a generalização de conclusões.

Outra limitação é a aplicação ainda restrita das abordagens ágeis a disciplinas técnicas. Embora haja experiências em Matemática e Telecomunicações (Pócsová *et al.*, 2020; Pinto; Mendonça; Nicola, 2022), são raros estudos voltados à adaptação dessas metodologias em campos interdisciplinares, por exemplo, Sustentabilidade ou Ética, como discutido por Arnold (2022). Isso limita a inclusão de dimensões sociais e éticas na formação de engenheiros.

Além disso, persiste uma desconexão entre os *clusters*. Há poucos trabalhos que articulam as competências interpessoais do *Cluster Vermelho* e as metodologias do *Cluster Amarelo* com currículos integrados e inovações do Azul e Verde. Por exemplo, Lourakis e Petridis (2023) abordam habilidades interpessoais, mas não estabelecem vínculos claros com demandas do mercado ou integração interdisciplinar.

Finalmente, destaca-se a escassez de estudos longitudinais. Trabalhos, como López-Bravo *et al.* (2024) e Barros, Paiva e Hayashi (2023), focam em resultados imediatos, sem acompanhar como as competências desenvolvidas na graduação se refletem na atuação

profissional. Assim, pesquisas futuras devem priorizar estudos de longo prazo para compreender a relação entre formação acadêmica, competências adquiridas e inserção no mundo do trabalho.

5.1.4.3 Conclusões da RSL sobre uso de métodos ágeis no ensino

A lacuna presente nas pesquisas atuais motivou a seguinte pergunta central: Qual o impacto da aplicação de metodologias ágeis, como o *Scrum*, no ensino de engenharia, especialmente em áreas não relacionadas ao desenvolvimento de *software*, na promoção de competências do século XXI entre estudantes de graduação? Os resultados deste estudo indicam que o *Scrum* favorece o desenvolvimento de habilidades, como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas em diferentes áreas da engenharia, ainda que poucas investigações existam fora do contexto da computação (Scott *et al.*, 2016; Vogelzang; Admiraal; Van Driel, 2019).

Além de tornar o aprendizado mais dinâmico e aderente às demandas industriais, a aplicação do *Scrum* ainda enfrenta desafios importantes, como a falta de critérios padronizados de avaliação, a limitação a disciplinas técnicas e a ausência de pesquisas longitudinais sobre impactos profissionais. Essa realidade reforça a necessidade de adaptar e investigar metodologias ágeis para contextos interdisciplinares, conforme destacado por Fadel e Trilling (2009).

Esses resultados oferecem subsídios relevantes para educadores, gestores e formuladores de políticas, sugerindo a realização de estudos comparativos com métodos tradicionais e avaliações de longo prazo. De modo geral, a integração de abordagens ágeis representa um caminho promissor para aprimorar a formação em engenharia, combinando competências técnicas e socioemocionais e preparando profissionais para desafios complexos e em constante transformação.

5.1.5 Síntese integrada das revisões sistemáticas da literatura

As três RSLs apresentadas neste capítulo constituem um sólido arcabouço empírico e teórico que fundamenta, de modo original e integrado, a proposta central desta tese: a articulação sinérgica entre competências do século XXI, educação empreendedora e metodologias ágeis (com destaque ao *Scrum*) como base para uma formação omnilateral, socialmente referenciada e inovadora de engenheiros (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

A primeira RSL (5.1.2), direcionada às competências do século XXI na formação de engenheiros, evidenciou que o mercado demanda cada vez mais habilidades transversais, como pensamento crítico, criatividade, comunicação e colaboração, que transcendem a técnica e representam diferencial adaptativo, ético e inovador, diante dos desafios contemporâneos (Trilling; Fadel, 2009; Griffin; Care, 2015). Contudo, a análise revelou lacunas significativas entre o perfil de egresso idealizado nas DCN e as práticas pedagógicas efetivamente adotadas pelas instituições de ensino.

Na segunda RSL (5.1.3), focada na educação empreendedora, aprofundou-se o papel das estratégias pedagógicas inovadoras para promover autonomia, protagonismo e pensamento inovador. Práticas, como *problem-based learning*, *hackathons* e desafios sociotécnicos, potencializam a mentalidade empreendedora e ampliam a formação crítica e emancipadora dos futuros engenheiros (Dolabela, 2003b; Ghafar, 2020). Ademais, ressalta-se a necessidade de incorporar valores éticos, sustentabilidade e impacto social, bem como de superar obstáculos institucionais e resistências à inovação.

A última RSL (5.1.4) esteve centrada na adoção de metodologias ágeis, sobretudo o *Scrum*, fora do contexto tradicional de *software*, demonstrando impacto positivo na aprendizagem ativa, trabalho em equipe, *feedback* contínuo e protagonismo discente (Krehbiel *et al.*, 2017). Essas abordagens colaborativas favorecem a integração entre competências técnicas, socioemocionais e lideranças adaptativas, ao passo que reforçam, ao lado da educação empreendedora, o potencial transformador de novos arranjos pedagógicos na engenharia.

A convergência dos achados das três RSLs pode ser sintetizada em cinco pontos fundamentais: (1) centralidade das competências transversais; (2) ruptura com modelos tradicionais e ênfase em metodologias ativas; (3) integração entre teoria e prática, por meio de experiências contextualizadas; (4) promoção da autonomia e protagonismo estudantil; (5) demandas por transformações curriculares sistêmicas, envolvendo formação docente, avaliações e cultura institucional (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

A integração entre os três eixos analisados se mostra mais que uma soma de iniciativas: trata-se de um processo sinérgico e interdependente, no qual metodologias ágeis, cultura empreendedora e desenvolvimento de competências socioemocionais viabilizam um novo paradigma para formação em engenharia. Tal redesenho curricular se sustenta em princípios de inovação, compromisso social e formação integral do engenheiro para os cenários da Indústria 4.0.

A seguir, na seção 5.2, aprofundam-se as intersecções entre as evidências produzidas pelas três revisões e as DCN, assim como os impactos e propostas para os PPCs de Engenharia

do IFCE, consolidando a tese de uma educação omnilateral e transformadora no campo das engenharias.

5.2 Análise Temática Reflexiva das DCN e do PPC dos cursos de Engenharia

A construção de um diagnóstico crítico sobre os currículos dos cursos de Engenharia requer, necessariamente, a análise aprofundada dos documentos que orientam sua estruturação, tanto no plano normativo nacional quanto institucional. Nessa perspectiva, esta seção apresenta os resultados de uma análise documental sistemática das DCN para os cursos de Engenharia (Brasil, 2019), do Documento Norteador das engenharias da Rede Federal (Brasil, 2008) e dos PPCs ofertados pelo IFCE. Esses documentos foram investigados a partir da perspectiva da ATR, conforme Braun e Clarke (2006, 2019), com o objetivo de identificar em que medida o currículo prescrito nos cursos de Engenharia se alinha aos princípios da formação por competências, à curricularização da extensão, à inovação pedagógica e à formação integral do egresso.

Parte-se do entendimento de que os documentos curriculares são expressões concretas das concepções de formação em disputa no campo da educação em Engenharia. Assim, mais do que identificar a presença ou ausência de determinados conteúdos ou práticas, a proposta é interpretar os sentidos, tensões e ambivalências que emergem desses textos, considerando seu papel normativo, político e pedagógico. O uso da ATR permite captar não apenas padrões recorrentes, mas também lacunas e contradições, fundamentais para uma leitura crítica das políticas curriculares.

A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos da ATR aplicada à análise dos documentos, que servirá de base para as subseções 5.2.2 (DCN e Documento Norteador) e 5.2.3 (PPC dos cursos de Engenharia do IFCE).

5.2.1 Procedimentos da Análise Temática Reflexiva

A análise dos documentos curriculares que estruturam a formação em Engenharia nesta pesquisa foi conduzida por meio da ATR, conforme proposta por Braun e Clarke (2006, 2019). Essa abordagem foi selecionada por sua flexibilidade epistemológica e por permitir a identificação e interpretação de padrões de sentido em diferentes tipos de dados qualitativos, sendo especialmente adequada para análises críticas de textos normativos e institucionais. Considerando que os documentos curriculares não são neutros, mas expressam projetos de

formação e concepções de sujeito e sociedade, a ATR possibilitou uma leitura que vai além da descrição formal, captando tensões, ambivalências e lacunas nos discursos institucionais sobre o ensino de Engenharia.

O *corpus* documental da análise incluiu dois conjuntos distintos. O primeiro foi composto pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as DCN para os cursos de Engenharia (Brasil, 2019) e pelo Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais (Brasil, 2008), ambos com abrangência nacional e orientações gerais para os cursos de Engenharia da Rede Federal. O segundo conjunto abrangeu vinte PPCs dos cursos de Engenharia ofertados pelo IFCE.

A aplicação da ATR seguiu seis etapas, conforme o modelo original de Braun e Clarke (2006, 2019): (1) familiarização com os dados, por meio de leitura extensiva dos documentos; (2) codificação inicial, com marcação de unidades de sentido relacionadas às competências do século XXI, à interdisciplinaridade, à formação empreendedora e ao uso de metodologias ativas ou ágeis; (3) identificação de temas preliminares, a partir do agrupamento dos códigos em categorias interpretativas provisórias; (4) revisão dos temas, por meio da análise de convergências e contradições; (5) definição e nomeação dos temas finais, com foco na clareza analítica; (6) análise reflexiva detalhada, articulando os dados aos referenciais teóricos e normativos da tese.

Essa estratégia metodológica foi adotada de modo integrado, garantindo coerência entre os dois blocos de análise documental, DCN e Documento Norteador e PPCs dos cursos de Engenharia do IFCE, assim como o alinhamento com os objetivos específicos da pesquisa, em especial aqueles que tratam da identificação de competências formativas, dos limites e potencialidades institucionais e da fundamentação para propostas de transformação curricular. O uso da ATR também permitiu estabelecer pontes entre os marcos legais, as práticas declaradas nos documentos institucionais e o referencial crítico adotado na tese, situado na interface entre o ensino de engenharias e os estudos em educação.

5.2.2 Diretrizes Curriculares Nacionais e Documento Norteador das Engenharias

A partir da leitura analítica da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as DCN para os cursos de Engenharia (Brasil, 2019) e do Documento Norteador das Engenharias da Rede Federal (Brasil, 2008), foi realizada uma ATR, conforme o modelo de Braun e Clarke (2006, 2019). Os documentos foram tratados como expressões normativas de projetos de formação em disputa, analisados não apenas quanto aos conteúdos declarados, mas

também pelas omissões e tensões presentes em seus discursos. O processo envolvido é descrito a seguir.

5.2.2.1 Familiarização com os dados

A etapa inicial da ATR consistiu em uma imersão sistemática nos textos das DCN dos cursos de Engenharia e do Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais, tomados como *corpus* normativo e referencial estruturante da análise acadêmica. O processo envolveu leituras sequenciais e comparativas, com registro de anotações reflexivas sobre princípios, prescrições curriculares, competências do egresso e intencionalidades institucionais presentes nos discursos oficiais.

Durante essa fase, buscou-se identificar padrões de recorrência, zonas de tensão, lacunas e convergências entre os documentos, fundamentando o quadro teórico da pesquisa com base tanto em abordagens dedutivas (guiadas pelas categorias prévias do debate educacional em Engenharia) quanto indutivas (significados emergentes dos textos). As leituras permitiram observar como as DCN enfatiza a flexibilidade curricular, interdisciplinaridade, inovação pedagógica e compromisso ético-social do egresso, enquanto o Documento Norteador propõe diretrizes de integração entre teoria e prática, verticalização, autonomia didático-pedagógica e protagonismo institucional dos Institutos Federais.

O exercício de familiarização não se restringiu ao conteúdo explícito, mas incluiu o mapeamento das disputas conceituais entre tecnicismo, humanismo e construção de competências para o século XXI, aspectos reconhecidos como centrais nos documentos analisados. As anotações iniciais serviram como base para as demais etapas analíticas, garantindo o rigor científico e a densidade crítica exigidos para produção acadêmica de nível doutoral.

5.2.2.2 Codificação inicial dos dados

Após o processo de familiarização, a etapa de codificação inicial consistiu na identificação sistemática de extratos relevantes nos textos das DCN de Engenharia e do Documento Norteador das Engenharias nos Institutos Federais, tomando como referência tanto categorias dedutivas (formação por competências, perfil do egresso, extensão curricular, interdisciplinaridade e formação docente) quanto indutivas (sentidos emergentes, lacunas normativas e tensões institucionais).

O procedimento envolveu a marcação e classificação de trechos que refletissem conceitos-chave, prescrições curriculares e disputas epistemológicas presentes nos discursos normativos. Este trabalho foi realizado de forma individual e reflexiva, considerando não apenas a recorrência dos temas, mas o potencial de cada extrato para sustentar padrões de sentido abrangentes e articulados à problemática de pesquisa.

O Quadro 11 exemplifica como essas categorias e conceitos-chaves foram codificados, refletindo polaridades, tensões e sentidos emergentes, além de detalhar as anotações reflexivas típicas dessa análise acadêmica.

Quadro 11 – Etapa de codificação

Categoria	Extrato	Trecho codificado	Anotações	Tipo de codificação
Formação por competências	DCN Engenharia	“O curso de Engenharia deve assegurar as seguintes competências gerais: formular e conceber soluções de engenharia [...]”	Ressalta a centralidade do desenvolvimento de competências integradas à prática profissional.	Dedutiva
Perfil do egresso	Documento Norteador	“O profissional egresso dos cursos de engenharias... deve ser capacitado a absorver, aplicar e desenvolver novas tecnologias [...]”	Emerge a necessidade de visão humanista e flexibilidade frente aos desafios tecnológicos.	Dedutiva
Extensão curricular	DCN Engenharia	“Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como projetos de extensão, visitas técnicas, trabalhos em equipe [...]”	Aponta para integração entre formação técnica, pesquisa e extensão como vetores de inovação.	Dedutiva
Interdisciplinaridade	Documento Norteador	“Metodologias que viabilizem a ação pedagógica inter e transdisciplinar dos saberes [...]”	Reflete a superação do modelo disciplinar tradicional pela articulação de saberes múltiplos.	Dedutiva
Formação docente	DCN Engenharia	“A capacitação didática pedagógica do corpo docente é condição para a eficácia dos projetos [...]”	Indica lacunas normativas e carências estruturais na valorização da formação para magistério.	Dedutiva + Indutiva
Sentidos emergentes	Documento Norteador	“A reorganização da rede... trouxe para essas instituições a discussão sobre o papel dos profissionais das engenharias [...]”	Identifica o tensionamento entre tecnicismo e humanismo na proposta formativa.	Indutiva
Lacunas normativas	DCN Engenharia	“A maioria do corpo docente que atua na Engenharia não recebe formação para o exercício do magistério superior [...]”	Realça pontos críticos de regulamentação e progresso no campo docente.	Indutiva
Tensões institucionais	Documento Norteador	“A expectativa é que esse documento... possa contribuir para subsidiar a implementação desses cursos nos Institutos Federais”	Enfrenta ambiguidade normativa e disputas entre tradição e inovação.	Indutiva

Fonte: Adaptado de Brasil (2008, 2019).

Durante a codificação, priorizou-se a captura de fragmentos que evidenciassem polaridades conceituais (tecnicismo vs. visão humanista; conformidade vs. transformação social), zonas de ambiguidade normativa e indicadores práticos da integração curricular, pesquisa, extensão e inovação pedagógica. Cada código foi acompanhado por anotações reflexivas que justificaram a relevância interpretativa do trecho para o fenômeno investigado. Ao final dessa etapa, constituiu-se um banco de códigos que subsidia as fases subsequentes da ATR, garantindo rastreabilidade, transparência e rigor analítico na construção dos temas e categorias interpretativas.

5.2.2.3 *Busca por temas*

Concluída a codificação inicial, a terceira etapa da ATR consistiu na triagem, agrupamento e organização dos códigos em estruturas temáticas preliminares, processando a transição dos fragmentos de dados para padrões mais amplos de significado. Essa fase foi marcada por uma leitura reflexiva dos códigos produzidos, visando identificar convergências, contrastes e zonas de tensão que permitissem a emergência de possíveis temas, subtemas e eixos interpretativos.

O procedimento metodológico envolveu a revisão de todos os códigos associados aos documentos normativos, considerando sua densidade semântica e relevância para o fenômeno investigado. Códigos com afinidades conceituais foram reunidos sob rótulos temáticos provisórios. Alguns agrupamentos se consolidaram como temas centrais, enquanto outros foram revisados e realocados como subtemas, ou descartados por insuficiência de representatividade ou coerência. Para assegurar rigor analítico, cada tema provisório foi examinado, em termos de sua abrangência, limites, representatividade no *corpus* e potencial de resposta à pergunta de pesquisa.

O resultado dessa etapa foi um mapa temático preliminar, representado pelo Quadro 12, que serviu de base para as fases de revisão, definição e nomeação dos temas. A busca por temas constituiu um processo dialógico, iterativo e fundamentado nos dados, permitindo a construção de interpretações densas, críticas e alinhadas ao paradigma reflexivo da ATR.

Quadro 12 – Representação do mapeamento temático

Eixo Temático	Códigos / Extratos	Tensões / Polaridades	Tipo de Codificação
Formação por Competências	Competências gerais, prática profissional integrada, <i>soft skills</i> e síntese teoria-prática	Técnica sólida vs. humanista, competências produtivas vs. críticas	Dedutiva
Perfil do Egresso	Visão humanista, flexibilidade tecnológica, inovação e empreendedorismo	Tecnologia vs. cidadania crítica	Dedutiva
Extensão Curricular	Projetos, visitas técnicas, ações extensionistas e integração currículo-extensão	Integração superficial vs. integração efetiva	Dedutiva
Interdisciplinaridade	Metodologias inter e transdisciplinares, articulação de saberes e fragmentação disciplinar	Disciplinaridade vs. interdisciplinaridade	Dedutiva
Formação Docente	Capacitação pedagógica, valorização docente, ausência de formação específica e docente tecnicista	Ausência de diretrizes de formação docente	Dedutiva / Indutiva
Sentidos Emergentes	Tensionamento tecnicismo vs. humanismo, papel social, sustentabilidade e adaptação ao mercado	Técnica instrumental vs. competência emancipadora	Indutiva
Lacunas Normativas	Fragilidades de regulamentação, lacunas na prática pedagógica docente e normatividade insuficiente	Discurso normativo vs. ausência de operacionalização	Indutiva
Tensões Institucionais	Ambiguidade normativa, disputas entre tradição (currículo mínimo, tecnicismo) e inovação	Tradição vs. inovação	Indutiva

Fonte: Adaptado de Brasil (2008, 2019).

5.2.2.4 Revisão e consolidação dos temas

A quarta etapa da ATR é dedicada à revisão minuciosa, ao refinamento e à consolidação dos temas emergentes, com vistas à robustez interpretativa e à legitimidade acadêmica do percurso analítico. Nessa fase, cada tema preliminar é examinado criticamente em relação ao *corpus* documental completo (DCN e Documento Norteador), de modo a assegurar rigor, coerência interna, abrangência e clareza de limites.

O procedimento metodológico envolve a reavaliação rigorosa de todos os extratos de dados agrupados sobre cada tema, verificando se representam, de modo fidedigno, os padrões de sentido identificados. São feitas perguntas-chave, tais como: o tema é suficientemente suportado por evidências? Existem repetições, sobreposições ou fragmentações que exigem fusão, subdivisão ou eliminação de temas? Os dados que compõem o tema apresentam coesão semântica e relevância para a questão de pesquisa? Esse processo pode demandar o retorno às etapas anteriores para reagrupamento, recodificação ou reelaboração de rótulos semânticos, em um movimento recursivo e dialógico característico da ATR.

O refinamento é finalizado com a garantia de que cada tema é um padrão de significado amplo, capaz de sustentar uma narrativa crítica e articulada, ao mesmo tempo em que se evita a produção de categorias excessivamente descritivas ou redundantes. Os temas definidos após essa etapa passam a compor o mapa temático consolidado do estudo, representado no Quadro 13, aptos para embasar a elaboração das interpretações reflexivas nas etapas seguintes da análise.

Quadro 13 – Consolidação dos temas

Agrupamento Temático Preliminar	Códigos Agrupados / Fragmentos	Subtema / Eixo Interpretativo	Polaridades / Zonas de Tensão	Observações Analíticas
Competências / Perfil do Egresso	Competências gerais e perfil do egresso	Competências socioemocionais e formação integral	Tecnológico vs. humanista, empregabilidade vs. cidadania	Recorrência de sentidos formativos amplos e críticos
Extensão e Território	Extensão curricular, projetos e integração com contexto local	Territorialização do currículo e integração ensino-pesquisa-extensão	Extensão pontual vs. integrada, contexto local vs. global	Dilemas sobre espaço e legitimidade extensionista
Inovação Pedagógica / Interdisciplinaridade	Metodologias inovadoras e articulação de saberes	Problematização e interdisciplinaridade	Princípio vs. prática curricular, inovação vs. tradição	Foco em superação da fragmentação disciplinar
Formação Docente / Lacunas Normativas	Capacitação pedagógica, ausência de diretrizes e lacunas normativas	Formação continuada e valorização docente	Inovação esperada vs. formação insuficiente	Tensionamento entre discurso normativo e práticas reais
Tensões Institucionais / Ambivalências	Disputas entre modelos curriculares e ambiguidade regulamentar	Ambivalência curricular e disputas tradicionais	Normativo vs. operacional, crítica vs. adaptação ao mercado	Reflexão sobre limites institucionais e currículo

Fonte: Adaptado de Brasil (2008, 2019).

5.2.2.5 Definição e nomeação dos temas

Na quinta etapa do procedimento analítico, procedeu-se à definição e nomeação dos temas, articulando-os a partir da consolidação dos agrupamentos temáticos construídos nas fases precedentes. Cada tema foi rigorosamente fundamentado, mediante seleção criteriosa de extratos dos documentos normativos, que conferiram densidade interpretativa e legitimidade ao percurso reflexivo realizado.

O primeiro tema, “A formação por competências como eixo articulador da proposta formativa”, encontra respaldo nas DCN, ao enfatizar “[...] o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas, bem como garantir a coexistência de relações entre teoria e prática” (Brasil, 2019), reforçado pela orientação dos Princípios Norteadores dos Institutos Federais,

que defendem “[...] a construção de arquitetura curricular baseada em perfil de egresso, competências gerais e contexto local/social” (Brasil, 2008).

O segundo tema, “A curricularização da extensão e sua relação com o território”, emerge dos preceitos que preconizam “[...] a relação estreita entre ensino, pesquisa e extensão como base da ação educativa”, e recomendam “[...] diálogo com arranjos produtivos, culturais, locais e regionais” (Brasil, 2008, 2019).

Em “Inovação pedagógica e interdisciplinaridade como desafios operacionais”, observa-se a valorização da adoção de metodologias inovadoras nos cursos superiores de Engenharia, com destaque para a “[...] possibilidade de estabelecer metodologias que viabilizem ação pedagógica inter e transdisciplinar dos saberes”, bem como “[...] desenho sensível à articulação entre teoria e prática” (Brasil, 2019).

O tema “Formação docente como elemento estratégico ausente nas diretrizes” reflete uma lacuna evidenciada pela escassez de referências explícitas ao desenvolvimento profissional docente, resultando em um desafio para a efetivação de práticas pedagógicas inovadoras e integradoras, como atestam as ausências sistematicamente observadas nas DCN de Engenharia (Brasil, 2019).

Desse modo, “Ambivalências e lacunas normativas que tensionam a efetivação das propostas” ganha corpo nos trechos que explicitam as dificuldades de implementação dos modelos propostos e as ambiguidades relativas ao compromisso efetivo com questões sociais, éticas e ambientais, revelando tensões constitutivas entre modelos tecnicistas e humanistas, presentes nos dois documentos analisados (Brasil, 2008, 2019).

A apresentação desses temas, sustentada por fragmentos emblemáticos dos textos normativos, busca garantir que os padrões de sentido evidenciados na ATR não apenas sejam interpretados, mas também justificados de modo transparente, respaldando o rigor metodológico e a validade acadêmica da análise realizada.

A seguir, cada tema será analisado individualmente, com base em trechos dos documentos normativos e nos aportes teóricos que fundamentam esta pesquisa.

5.2.2.6 Formação por competências como eixo estruturante

O primeiro e mais recorrente tema identificado na análise se refere à centralidade da formação por competências nas diretrizes analisadas. Tanto as DCN para os cursos de Engenharia quanto o Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais reconhecem que a formação do engenheiro do século XXI exige o desenvolvimento de

competências técnicas, científicas, socioemocionais e éticas, associadas à capacidade de lidar com problemas complexos e interdisciplinares em contextos diversos.

No art. 3º das DCN, por exemplo, lê-se que o perfil do egresso deve compreender “[...] visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica”, além de estar apto a “[...] pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora” (Brasil, 2019, p. 7). Ademais, o Documento Norteador reforça que “[...] não só de seu fazer, mas também de seus saberes, de sua criatividade, de sua autonomia, transferindo em sua maioria para eles (trabalhadores) a responsabilidade de validar suas competências a fim de evitar a obsolescência e o desemprego” (Brasil, 2008, p. 11).

Essa concepção representa um avanço em relação aos modelos anteriores, fortemente marcados por uma lógica conteudista e tecnicista. No entanto, como alertam Perrenoud (2000) e Trilling e Fadel (2009), a abordagem por competências não pode ser reduzida à mera enumeração de atributos no perfil do egresso. Ela exige um redesenho das práticas pedagógicas, da organização curricular e dos processos avaliativos, a fim de que o estudante seja colocado em situações reais de aprendizagem, nas quais possa mobilizar conhecimentos, atitudes e valores, de forma integrada.

Nas diretrizes analisadas, essa integração aparece mais como intenção do que como diretriz estruturada, uma vez que os documentos carecem de orientações metodológicas e operacionais que sustentem a efetiva transposição da abordagem por competências para o cotidiano pedagógico. O art. 6º das DCN, por exemplo, determina que “[...] os projetos pedagógicos dos cursos de graduação em Engenharia devem especificar e descrever claramente o perfil do egresso e a descrição das competências que devem ser desenvolvidas” (Brasil, 2019, p. 38), mas não detalha como essa operacionalização deve ocorrer.

A crítica de Saviani (2013) é especialmente pertinente nesse ponto. Para ele, a noção de competência pode se tornar funcionalista e tecnocrática, se não estiver ancorada em uma concepção de formação omnilateral, que articule trabalho, ciência, cultura e ética como dimensões constitutivas do ser humano. Essa perspectiva é reforçada por Frigotto (2007), que adverte sobre o risco de instrumentalização da formação, se esta for orientada unicamente pela empregabilidade, dissociada de um projeto político-pedagógico emancipador.

A ausência de dispositivos concretos nas diretrizes, como parâmetros para avaliação formativa, metodologias integradoras ou formação docente continuada, indica um hiato entre o discurso das competências e sua materialização. Assim, a ATR indica que a formação por competências, embora proposta como eixo estruturante das diretrizes curriculares, permanece

no nível declarativo. Sua implementação efetiva dependeria de uma articulação com a formação docente, com políticas institucionais de inovação pedagógica e com mecanismos avaliativos coerentes com o paradigma por competências, elementos ausentes ou pouco desenvolvidos nos documentos analisados.

5.2.2.7 Curricularização da extensão e compromisso com o território

O segundo tema identificado na ATR se refere à presença da extensão como componente estruturante do currículo nos documentos analisados. As DCN para os cursos de Engenharia e o Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais reconhecem a necessidade de ampliar o diálogo entre os cursos superiores e os territórios nos quais estão inseridos, por meio da inserção de atividades de extensão articuladas aos componentes curriculares obrigatórios. No art. 6º, § 2º, das DCN, lê-se:

Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola (Brasil, 2019, p. 39).

Essa orientação está alinhada à Resolução CNE/CES nº 7/2018, que estabelece a obrigatoriedade de destinar, no mínimo, 10% da carga horária dos cursos a atividades extensionistas.

No plano discursivo, os documentos demonstram alinhamento com uma concepção de extensão que rompe com o modelo assistencialista e verticalizado, assumindo uma postura dialógica, socialmente referenciada e comprometida com a transformação da realidade. O Documento Norteador reforça que:

[...] espírito investigativo e empreendedor e capacidade de atuação entre pares e busca de atualização permanente estejam presentes. É exatamente esse naipe de competências que também move as instituições no sentido de estender seus estudos de ‘laboratórios’ em ações de extensão (Brasil, 2008, p. 20).

Esse entendimento se aproxima da perspectiva defendida por Frigotto (2007) e Ramos (2014), para quem a extensão deve constituir um espaço de vivência crítica e de apropriação social do conhecimento, valorizando o território como espaço formativo.

Contudo, a análise revelou que, apesar da relevância atribuída à extensão, os documentos não apresentam orientações pedagógicas claras para sua inserção curricular efetiva. Faltam diretrizes sobre como a extensão será articulada aos projetos integradores, às disciplinas técnicas e às metodologias de ensino, o que compromete sua institucionalização como eixo

formativo e sua integração com o desenvolvimento de competências complexas. Essa lacuna evidencia uma tensão entre a proposta político-educacional da extensão crítica e a ausência de condições estruturais e formativas que a sustentem no cotidiano acadêmico.

A fragilidade das diretrizes nesse aspecto também está relacionada à ausência de parâmetros avaliativos e de mecanismos de acompanhamento institucional. O risco, como aponta Ciavatta (2010), é que a extensão seja tratada como apêndice da formação, diluída em ações pontuais ou desvinculadas do PPC. Para evitar essa distorção, é necessário que a curricularização da extensão seja pensada como parte de uma concepção integrada de currículo, capaz de articular os saberes científicos com os conhecimentos produzidos nos territórios e nos coletivos sociais com os quais a instituição se relaciona.

Dessa forma, a ATR indica que, embora a extensão esteja presente, com destaque, nos documentos analisados, sua efetiva integração ao currículo depende de uma intencionalidade formativa, de práticas pedagógicas comprometidas com o diálogo social e de políticas institucionais que reconheçam o valor epistemológico e político da ação extensionista.

5.2.2.8 Inovação pedagógica e interdisciplinaridade como desafios curriculares

O terceiro tema identificado na análise dos documentos se refere à valorização da inovação pedagógica e da interdisciplinaridade como elementos essenciais para a formação do engenheiro contemporâneo. Tanto as DCN para os cursos de Engenharia quanto o Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais afirmam a necessidade de superar a fragmentação curricular, o ensino centrado na transmissão de conteúdos e a formação tecnicista, indicando que os cursos de engenharia devem adotar práticas de ensino mais dinâmicas, contextualizadas e centradas no estudante. O art. 6º, § 4º, das DCN explicita que:

Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas (Brasil, 2019, p. 39).

O Documento Norteador reforça que a implementação de formas de realização da interdisciplinaridade nos PPCs de Engenharia (Brasil, 2008, p. 16). Essa orientação está em consonância com os pressupostos da pedagogia problematizadora (Freire, 1996), da formação por competências (Perrenoud, 2000) e da aprendizagem experiencial (Dewey, 1934), que sustentam a proposição de metodologias que coloquem o estudante como protagonista de sua formação.

Apesar dessa intenção declarada, os documentos analisados não especificam quais metodologias devem ser adotadas, tampouco oferecem exemplos de boas práticas ou diretrizes para sua implementação. Ainda são ausentes referências de estratégias amplamente reconhecidas na literatura educacional, como a ABP, o *design thinking* ou metodologias ágeis, como o *Scrum*, que têm se mostrado eficazes em cursos de Engenharia (Krehbiel *et al.*, 2017; Lin; Tan; Guo, 2023). Essa falta compromete a operacionalização do princípio da inovação, deixando-o restrito a um nível abstrato e genérico.

No que se refere à interdisciplinaridade, os documentos reconhecem sua importância para a formação integral do engenheiro, destacando a necessidade de articulação entre diferentes áreas do conhecimento e entre saberes acadêmicos e práticos. Contudo, novamente, não há orientações claras sobre como essa articulação deve ocorrer no plano curricular. A interdisciplinaridade aparece como princípio, mas não como prática estruturada. Essa lacuna remete ao que Ciavatta (2010) chama de “retórica da integração curricular”, ou seja, a adoção de discursos progressistas que não se traduzem em transformações efetivas na organização do trabalho pedagógico.

Freire (1996) e Dewey (1934) já indicavam que uma educação que pretende ser inovadora precisa estar ancorada na experiência concreta do estudante, na problematização da realidade e na mediação crítica entre teoria e prática. A interdisciplinaridade, nesse sentido, não é apenas uma reorganização de conteúdos, mas uma forma de produzir sentidos coletivos, de conectar o saber escolar aos desafios do território e de formar sujeitos reflexivos e socialmente comprometidos.

Dessa forma, a ATR evidencia que, embora a inovação pedagógica e a interdisciplinaridade estejam presentes como princípios orientadores, os documentos carecem de estrutura metodológica e conceitual, para que tais princípios se concretizem nos cursos de Engenharia. A ausência de detalhamento compromete a eficácia do discurso inovador, ao mesmo tempo em que reforça a necessidade de políticas institucionais mais consistentes para a formação pedagógica dos docentes e o redesenho curricular.

5.2.2.9 Formação docente como elemento estratégico

A quarta dimensão temática identificada na ATR diz respeito à ausência de diretrizes claras sobre a formação docente nos documentos analisados. Embora as DCN para os cursos de Engenharia e o Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais reafirmem a necessidade de inovação pedagógica, adoção de metodologias ativas e articulação

interdisciplinar, nenhuma das duas normativas explicita ações, estratégias ou recomendações voltadas à formação pedagógica dos professores. Esse silêncio revela uma contradição estrutural: propõe-se uma mudança de paradigma na formação do engenheiro, mas não se considera o papel central que o professor ocupa na mediação dessa transformação. O art. 14 das DCN afirma que:

O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares (Brasil, 2019, p. 41).

No entanto, o texto não detalha como tal programa deve ser estruturado ou implementado, tampouco define parâmetros para a formação continuada, acompanhamento ou avaliação docente. O Documento Norteador, por sua vez, destaca a importância do professor como agente de inovação e de articulação entre ensino, pesquisa e extensão, mas também não apresenta diretrizes operacionais para a formação pedagógica do corpo docente (Brasil, 2008).

A literatura sobre formação de professores, especialmente em contextos técnicos e tecnológicos, é clara, ao destacar que não há inovação sem docente reflexivo, ético e consciente de sua prática (Perrenoud, 2002; Freire, 1996). A formação continuada, nesse sentido, não pode ser tratada como um processo periférico ou eventual, mas como eixo estruturante da política curricular e pedagógica institucional. A não inclusão de elementos relacionados à formação docente nas DCN e no Documento Norteador contribui para manter uma cultura pedagógica reativa, tecnicista e reprodutora de práticas tradicionais, mesmo em contextos que propõem uma formação inovadora e integral.

Saviani (2013), ao refletir sobre o papel do professor na pedagogia histórico-crítica, reforça que o ato de educar não se reduz à aplicação de métodos, mas envolve a formação de sujeitos capazes de interpretar e transformar a realidade. No contexto do ensino de Engenharia, essa mediação exige que o professor domine não apenas os conteúdos técnicos, mas também compreenda os fundamentos da aprendizagem, da didática e da relação dialógica com os estudantes. Sem isso, a implementação de metodologias ativas, a avaliação por competências e a integração curricular se tornam inviáveis, ou meramente superficiais.

Além disso, a falta de uma diretriz sobre formação docente nas normativas analisadas compromete a institucionalização de práticas de inovação. Como já apontado na ATR, o sucesso de propostas, como ABP, extensão integrada ao currículo e ensino ágil, depende, em larga medida, da intencionalidade pedagógica e da capacidade de planejamento coletivo dos

docentes. Essa lacuna normativa reforça a necessidade de políticas locais de desenvolvimento profissional, assim como da inserção da temática da formação pedagógica nos próprios documentos orientadores dos cursos.

Dessa forma, a análise crítica demonstra que, embora os documentos declarem a necessidade de mudança na lógica formativa da Engenharia, eles negligenciam o sujeito responsável por operacionalizá-la: o professor. Esse afastamento compromete a coerência interna das propostas e sugere que a transformação curricular defendida só será possível mediante o reconhecimento da docência como prática intelectual e política, articulada à formação crítica dos engenheiros.

5.2.2.10 *Ambivalências, lacunas e contradições normativas*

O quinto e último tema identificado na ATR diz respeito às ambivalências e lacunas presentes nas DCN e no Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais. Embora ambos os documentos apontem para uma formação integral, inovadora e comprometida com os desafios do século XXI, suas formulações permanecem, em muitos aspectos, genéricas e desconectadas das condições reais de implementação no contexto institucional. Essa contradição entre intenção normativa e ausência de diretrizes operacionais revela o que Frigotto (2007) identifica como a tensão permanente entre projetos formativos de cunho emancipador e estruturas curriculares que reproduzem lógicas tecnocráticas.

Do ponto de vista do discurso, os documentos incorporam uma linguagem que remete à formação por competências, à interdisciplinaridade, à ética, à sustentabilidade e à inovação. O art. 3º das DCN, por exemplo, destaca a necessidade de um perfil de egresso “[...] crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica” (Brasil, 2019, p. 7), enquanto o Documento Norteador enfatiza a articulação entre trabalho, ciência, tecnologia, cultura e ética (Brasil, 2008).

No entanto, ao não apresentarem mecanismos práticos de viabilização desses princípios, como orientações para o redesenho curricular, diretrizes para a formação docente ou exemplos de metodologias pedagógicas, acabam por esvaziar parte de sua potência transformadora. Essa ausência compromete a coerência interna das diretrizes e reforça a crítica de Saviani (2013), para quem há uma tendência das políticas educacionais de assumirem uma “função reguladora do possível”, operando mais no plano da retórica do que da práxis.

Além disso, observa-se uma ambiguidade no modo como o papel social da Engenharia é apresentado. Ao mesmo tempo em que se reconhece a necessidade de formar engenheiros

capazes de dialogar com o território e contribuir para o desenvolvimento sustentável, também se mantém um discurso voltado à eficiência, à inovação e à competitividade. Essa dupla expectativa – formar sujeitos críticos e, simultaneamente, adaptáveis às exigências do setor produtivo – expressa um conflito entre duas racionalidades: uma pedagógica, voltada à formação omnilateral, e outra mercadológica, centrada na empregabilidade. A literatura crítica da EPT (Ciavatta, 2010; Ramos, 2014) tem apontado esse paradoxo como um dos principais desafios para a consolidação de um currículo verdadeiramente integrador e formativo.

Essa contradição também se manifesta na distância entre os princípios defendidos e as condições institucionais efetivas dos Institutos Federais. A ausência de financiamento específico para formação docente, a fragmentação entre áreas do conhecimento, a sobrecarga dos professores e a burocratização dos processos curriculares são fatores que dificultam a concretização das diretrizes. Como evidencia a análise realizada, não basta declarar uma mudança de paradigma: é necessário criar as condições estruturais, políticas e pedagógicas para que essa mudança se realize.

Assim, as ambivalências identificadas na análise documental reforçam a centralidade do debate sobre currículo, formação docente e projeto institucional. Ademais, elas indicam que a simples prescrição de competências e valores não garante a transformação desejada. Pelo contrário, quando desvinculadas de uma política formativa consistente, essas prescrições correm o risco de reforçar a superficialidade e a fragmentação que as próprias diretrizes dizem combater.

5.2.2.11 *Considerações finais sobre a ATR das DCN e Documento Norteador*

A análise temática das DCN e do Documento Norteador das Engenharias dos Institutos Federais revelou que, embora ambos apresentem uma proposta formativa conceitualmente avançada, persistem fragilidades estruturais significativas. A centralidade da formação por competências, a valorização da extensão, a defesa da inovação pedagógica e a articulação com o território compõem um discurso normativo coerente com os desafios contemporâneos da educação em engenharia. No entanto, a ausência de diretrizes operacionais, de fundamentos pedagógicos explícitos e de estratégias de formação docente enfraquece a efetividade dessas propostas, abrindo espaço para interpretações contraditórias e para a manutenção de práticas conservadoras no interior das instituições.

Essa contradição entre discurso e viabilidade prática expressa as ambivalências de um projeto que busca, simultaneamente, responder às demandas do mundo do trabalho e promover

uma formação crítica, ética e transformadora. Conforme apontado por autores, como Saviani (2013), Frigotto (2007) e Ciavatta (2010), a superação dessa tensão requer mais do que a reconfiguração terminológica das diretrizes: exige uma mudança estrutural no modo como se pensa e se organiza o currículo, o papel docente e o projeto institucional.

Diante desse cenário, a próxima seção (5.2.3) examina como essas diretrizes são materializadas, ou não, nos PPCs de Engenharia ofertados pelo IFCE. A análise permitirá verificar o grau de aderência entre o currículo prescrito pelas normativas nacionais e o que está sendo efetivamente proposto nos documentos institucionais dos cursos, aprofundando o diagnóstico das tensões, lacunas e potencialidades que atravessam a formação em Engenharia.

5.2.3 *Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia do IFCE*

A segunda etapa da análise documental focalizou os PPCs de Engenharia ofertados pelo IFCE, visando examinar em que medida as orientações estabelecidas pelas DCN e pelo Documento Norteador das Engenharias são efetivamente incorporadas nos documentos institucionais dos cursos.

Foram examinados os PPCs de vinte cursos, representando diferentes *campi* do IFCE e contemplando distintas áreas da Engenharia, o que possibilitou captar a diversidade de contextos regionais e especificidades formativas presentes na Rede Federal. O Quadro 14 sintetiza o conjunto de cursos analisados, identificando os respectivos *campi* e o ano de homologação da versão vigente de cada PPC.

Quadro 14 – PPCs dos cursos de engenharia do IFCE analisados na pesquisa

ID	Curso	Campus	Ano do PPC
1	Engenharia de Aquicultura	Aracati	2022
2	Engenharia de Produção	Caucaia	2021
3	Engenharia Elétrica	Cedro	2021
4	Engenharia Mecânica	Cedro	2021
5	Engenharia Civil	Fortaleza	2019
6	Engenharia da Computação	Fortaleza	2017
7	Engenharia de Mecatrônica	Fortaleza	2021
8	Engenharia de Telecomunicações	Fortaleza	2019
9	Engenharia Agrícola	Iguatu	2023
10	Engenharia Ambiental e Sanitária	Juazeiro do Norte	2022
11	Engenharia Civil	Juazeiro do Norte	2022
12	Engenharia Ambiental e Sanitária	Maracanaú	2021
13	Engenharia Mecânica	Maracanaú	2019
14	Engenharia de Controle e Automação	Maracanaú	2019

15	Engenharia de Aquicultura	Morada Nova	2019
16	Engenharia Civil	Morada Nova	2022
17	Engenharia Ambiental e Sanitária	Quixadá	2023
18	Engenharia Civil	Quixadá	2022
19	Engenharia de Produção Civil	Quixadá	2022
20	Engenharia de Controle e Automação	Sobral	2023

Fonte: Elaborado pelo autor⁶.

A presente análise documental teve como objetivo compreender de que maneira os currículos declarados refletem, ou não, os princípios fundamentais da formação por competências, da interdisciplinaridade, da extensão, enquanto eixo formativo, e da inovação pedagógica. A seguir serão descritas as principais etapas dessa ATR.

5.2.3.1 Familiarização com os dados dos PPCs

A etapa inicial da ATR sobre os PPCs de Engenharia do IFCE consistiu em uma leitura sistemática, aprofundada e comparativa de vinte projetos vigentes, abrangendo múltiplos *campi* e diferentes áreas da Engenharia, o que garantiu representatividade institucional e diversidade regional. O processo foi orientado não apenas pela identificação dos princípios normativos derivados das DCN e dos documentos oficiais, mas, principalmente, pela busca ativa de traços institucionais e especificidades formativas expressas nos documentos de cada *campus*.

Durante essa fase de familiarização, foram mapeados aspectos centrais, como a organização curricular, abordagem pedagógica, práticas de ensino, inserção da extensão e inovação, protagonismo estudantil, cultura docente e modelo avaliativo. As leituras foram registradas em fichamentos analíticos, destacando recorrências, incoerências e singularidades de cada PPC, frente aos referenciais normativos nacionais e da própria Rede Federal. Essa etapa propiciou a compreensão das dinâmicas institucionais, dos arranjos curriculares e das práticas formativas declaradas, gerando subsídios para a identificação criteriosa dos padrões temáticos subsequentes.

Ressalta-se que as etapas subsequentes (2 a 4), correspondentes à codificação inicial, busca de temas e revisão dos agrupamentos temáticos, seguiram o mesmo rigor metodológico, detalhamento e procedimentos já explicitados na ATR dos documentos normativos anteriores. Tal opção visa garantir coesão metodológica no percurso analítico, evitar redundâncias

⁶ Com base em levantamento institucional dos PPC disponíveis nos portais dos *campi* do IFCE (2025).

descritivas e conferir maior densidade interpretativa às etapas de definição, nomeação e discussão dos temas, foco central deste segundo ciclo analítico.

A codificação sistemática (etapa 2) dos vinte projetos de cursos envolveu a seleção de trechos que expressam práticas, tensões e singularidades dos cursos de Engenharia em diferentes *campi*, mapeando elementos, como metodologias de ensino, protagonismo, inovação, currículo e extensão. Essa etapa, apresentada no Quadro 15, permitiu reunir um banco de códigos e fragmentos representativos da experiência institucional concreta.

Quadro 15 – Processo de codificação

Eixo Temático Inicial	Código/Extrato dos PPC	Tensão /Polaridade	Origem
Protagonismo/metodologias ativas	“PBL”, “projetos integradores” e “discente como sujeito do aprendizado”	Protagonismo efetivo vs. prescritivo	Dedutiva/indutiva
Educação empreendedora	“Administração e Empreendedorismo” e “extensão em inovação tecnológica”	Visão instrumental vs. emancipadora	Dedutiva
Inovação/integradores	“Laboratórios multidisciplinares” e “disciplinas integradoras”	Integração real vs. experimental	Dedutiva/indutiva
Ensino, pesquisa e extensão	“Projetos com comunidade” e “atividades complementares obrigatórias”	Articulação ampla vs. práticas pontuais	Dedutiva
Rigidez curricular/jornada	“Matriz linear” e “pré-requisitos rígidos”	Estrutura fechada vs. flexibilização escassa	Indutiva
Formação docente/cultura pedagógica	“centralidade do saber técnico” e “ausência de formação continuada”	Ensino reprodutivo vs. mediação inovadora	Dedutiva

Fonte: Elaborado pelo autor⁷.

Na etapa 3, foram agrupados os códigos por afinidade, analisando padrões, zonas de tensão e especificidades locais, revisando agrupamentos para garantir relevância e coesão analítica para que, na etapa 4, fosse consolidado o banco temático segundo recorrência, densidade descritiva e potencial crítico, com ajuste de rótulos e delimitação dos temas finais apresentado no Quadro 16.

Quadro 16 – Consolidação dos temas

Grupo Temático Consolidado	Códigos/Agrupamentos	Subtemas / Tensão	Observações metodológicas
Metodologias ativas e protagonismo	PBL, projetos e sala invertida	Protagonismo real vs. discurso	Recorrência, mas pouca sistematização
Educação empreendedora no currículo	Empreendedorismo, extensão e estágios	Instrumental vs. crítica/emancipadora	Frequentemente atrelado a disciplinas

⁷ Com base nos PPC.

Inovação tecnológica/práticas integradoras	Laboratórios e integração teoria-prática	Pontualidade	Episódica e pouco institucionalizada
Articulação ensino, pesquisa e extensão	Projetos comunitários e extensão obrigatória	Integração retórica vs. efetiva	Fragmentação recorrente
Organização curricular	Matrizes lineares, pré-requisitos	Flexibilidade restrita	Predomínio do tradicional
Formação docente/cultura pedagógica	Saber técnico e práticas expositivas	Reprodutivismo vs. mediação reflexiva	Tema crítico/institucional

Fonte: Elaborado pelo autor⁸.

5.2.3.2 Definição e nomeação dos temas nos PPCs

Na quinta etapa, consolidaram-se seis temas centrais, definidos e justificados a partir de trechos emblemáticos dos PPCs analisados:

- I. Metodologias ativas e protagonismo estudantil: o protagonismo discente é fomentado nos PPCs através de metodologias, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas e projetos interdisciplinares. A Engenharia Elétrica (Cedro) prevê “Projetos semestrais de integração de componentes curriculares com resolução de problemas reais, baseados em PBL” (Instituto Federal do Ceará, 2021)⁹. Na Engenharia de Produção Civil (Quixadá), destaca-se o uso de metodologias ativas, “Como sala invertida e projetos que associam diferentes disciplinas do mesmo ou de distintos períodos” (Instituto Federal do Ceará, 2023)¹⁰, favorecendo o protagonismo do estudante e o diálogo entre teoria e prática. A Engenharia Agrícola (Iguatu) adota práticas ativas centradas em problemas vivenciados no contexto do setor rural, associando saberes múltiplos e estimulando o trabalho em equipe (Instituto Federal do Ceará, 2023)¹¹;
- II. Educação empreendedora no currículo: o desenvolvimento de competências empreendedoras é observado em disciplinas específicas, estágios e ações de extensão. A Engenharia Civil (Juazeiro do Norte) integra ao currículo iniciativas voltadas à “Gestão, empreendedorismo e propriedade intelectual”, além do estímulo à incubação de ideias inovadoras” (Instituto Federal do Ceará, 2022)¹². Na Engenharia Ambiental e Sanitária (Maracanaú), a transversalidade do empreendedorismo é fortalecida por projetos articulados à sustentabilidade e à

⁸ Com base no PPC dos cursos.

⁹ PPCEE-Cedro.

¹⁰ PPCEP-Quixadá.

¹¹ PPCEA-Iguatu.

¹² PPCEC-Juazeiro.

inovação local (Instituto Federal do Ceará, 2021)¹³. O curso de Engenharia de Aquicultura (Aracati) também promove práticas de gestão empreendedora ligadas à cadeia produtiva (Instituto Federal do Ceará, 2022)¹⁴;

- III. Inovação tecnológica e práticas integradoras: a articulação entre saberes é concretizada em projetos integradores, disciplinas flexíveis e atividades inter/transdisciplinares. O PPC de Engenharia Ambiental e Sanitária (Quixadá) indica o desenvolvimento de projetos que combinam diferentes saberes técnicos, ambientais e sociais, integrados ao enfrentamento de problemas reais contemporâneos (Instituto Federal do Ceará, 2023)¹⁵. A Engenharia Mecatrônica (Maracanaú) propõe a integração curricular, por meio de desafios tecnológicos e vivências práticas, diversificando os ambientes de aprendizagem (Instituto Federal do Ceará, 2019)¹⁶;
- IV. Articulação entre ensino, pesquisa e extensão: a indissociabilidade aparece como eixo de referência nos PPCs, evidenciada por iniciação científica, projetos de intervenção e atividades de extensão. A Engenharia Mecânica (Cedro) destaca “Práticas de pesquisa aplicada e extensão universitária para solucionar demandas da comunidade acadêmica e do entorno produtivo” (Instituto Federal do Ceará, 2021)¹⁷. Já em Engenharia de Controle e Automação (Sobral), o envolvimento com pesquisa e extensão acontece desde o ingresso, por meio de editais de fomento e intercâmbio institucional (Instituto Federal do Ceará, 2023)¹⁸;
- V. Organização curricular e jornada acadêmica do estudante: os PPCs analisados evidenciam predominância de matrizes curriculares rígidas e sequenciais, com baixa flexibilidade e poucas alternativas de trajetória. A Engenharia Mecatrônica (Fortaleza) e a Engenharia de Produção (Caucaia) exemplificam estruturas lineares, pré-requisitos estritos e oferta de componentes seriada, restringindo trajetos personalizados e dificultando a articulação com a extensão (Instituto Federal do Ceará, 2021¹⁹; Instituto Federal do Ceará, 2021²⁰). Ainda na Engenharia Civil

¹³ PPCEA-Maracanaú.

¹⁴ PPCEA-Aracati.

¹⁵ PPCEA-Quixadá.

¹⁶ PPCEM-Maracanaú.

¹⁷ PPCEM-Cedro.

¹⁸ PPCEC-Sobral.

¹⁹ PPCEM-Fortaleza.

²⁰ PPCEP-Caucaia.

(Morada Nova), observa-se a lógica conteudista e a limitação para propostas inovadoras de itinerário acadêmico (Instituto Federal do Ceará, 2022)²¹;

- VI. Formação docente e cultura pedagógica institucional: a predominância do modelo transmissivo e a centralidade do domínio técnico são recorrentes, com escassa promoção de formação continuada docente e foco reduzido na mediação e inovação pedagógica. Exemplos disso aparecem em Engenharia Civil (Quixadá), Engenharia de Aquicultura (Morada Nova), Engenharia Mecatrônica (Fortaleza) e Engenharia de Produção (Caucaia), cujos PPCs apontam ausência de programas regulares para o desenvolvimento profissional docente e manutenção de práticas expositivas na maior parte das disciplinas (Instituto Federal do Ceará, 2022²²; Instituto Federal do Ceará, 2019²³; Instituto Federal do Ceará, 2021²⁴; Instituto Federal do Ceará, 2021²⁵). Essa fragilidade institucional compromete o avanço de políticas inovadoras e inclusivas exigidas pelas DCN.

A definição e nomeação dos temas resultaram de um processo analítico criterioso, articulando as evidências empíricas dos PPCs à discussão crítica sobre os limites, potencialidades e desafios da formação em Engenharia, no contexto institucional do IFCE. Cada tema foi justificado por trechos específicos, garantindo densidade argumentativa, transparência interpretativa e rigor acadêmico à análise documental realizada. Esses temas são discutidos em itens específicos a seguir, de modo a assegurar uma abordagem mais aprofundada.

5.2.3.3 Metodologias ativas e protagonismo estudantil

A ATR dos PPCs de Engenharia do IFCE revela que a maioria dos documentos examina, de maneira descritiva e genérica, as metodologias ativas de ensino e o protagonismo estudantil. Embora as DCN e o Documento Norteador das Engenharias já proponham a centralidade do estudante e a superação de modelos tradicionais, a implementação efetiva dessas recomendações permanece limitada. Nos PPCs analisados, observam-se menções pontuais ao uso de metodologias ativas, porém a articulação concreta dessas práticas com os objetivos de aprendizagem ainda é frágil e pouco detalhada.

²¹ PPCEC-Morada Nova.

²² PPCEC-Quixadá.

²³ PPCEA-Morada Nova.

²⁴ PPCEM-Fortaleza.

²⁵ PPCEP-Caucaia.

Por exemplo, o PPC de Engenharia Civil do IFCE Quixadá reconhece que: “O papel dos educadores é fundamental para consolidar um processo participativo em que o aluno possa desempenhar papel ativo de construtor do seu próprio conhecimento, com a mediação do professor” (Instituto Federal do Ceará, 2022). O que pode ocorrer através do desenvolvimento de atividades integradoras como, debates, reflexões, seminários, momentos de convivência, palestras e trabalhos coletivos. Entretanto, tal elencamento permanece genericamente descritivo, sem sistematizar práticas inovadoras ou estratégias, como ABP, projetos integradores ou ensino ágil, de forma estruturada, ao longo do currículo.

Essa carência de estratégias claras corrobora o alerta de Perrenoud (2000), segundo o qual a mera apropriação da linguagem da inovação não garante sua efetiva implementação nas práticas docentes. O protagonismo estudantil, para ser concretizado, exige propostas pedagógicas que favoreçam a mobilização de saberes em situações reais, interdisciplinares e cooperativas, apoiadas por um planejamento didático consistente e avaliação formativa continuada. Em geral, os PPCs do IFCE ainda não consolidam esses elementos como princípios norteadores de seus processos formativos.

Além disso, a ausência de instrumentos avaliativos compatíveis com o discurso de centralidade do estudante reforça a distância entre intenções formativas e práticas efetivas observada nos PPCs. Freire (1996) e Dewey (1934) destacam a importância de um ensino experiencial, dialógico e centrado na problematização da realidade, mas as evidências dos documentos institucionais indicam uma permanência da relação pedagógica verticalizada e fragmentada por disciplinas técnicas.

Em síntese, conforme identificado na ATR, a inovação metodológica permanece como desafio central nos cursos de Engenharia do IFCE. A adoção restrita e pontual de metodologias ativas impacta negativamente a formação por competências, a autonomia e o desenvolvimento do protagonismo discente, transformando o protagonismo dos estudantes em um valor mais proclamado do que incorporado à prática curricular.

5.2.3.4 Educação empreendedora no currículo

A presença da educação empreendedora nos cursos de Engenharia do IFCE, embora prevista pelas DCN como competência essencial ao perfil do egresso, integrando capacidades de inovação, resolução de problemas complexos e atuação proativa em diferentes contextos (Brasil, 2019), ainda se mostra tratada de forma pontual e desarticulada nos PPCs analisados. Os documentos, frequentemente, vinculam o empreendedorismo a disciplinas específicas ou

optativas, sem que essa temática seja transversal ou articulada, de modo consistente, ao longo do currículo.

No caso do curso de Engenharia Civil do *campus* Morada Nova, por exemplo, a disciplina “Administração e Empreendedorismo na Engenharia Civil” apresenta uma abordagem voltada para a compreensão de áreas, como administração, funções empresariais e o processo de criação e gestão de empreendimentos em Engenharia. Nela, aspectos do empreendedorismo aparecem circunscritos à criação de novos negócios, análise de mercado, plano de negócios e aspectos legais da abertura de empresas (Instituto Federal do Ceará, 2022)²⁶.

O PPC de Engenharia Civil do *campus* Quixadá segue linha semelhante, com a disciplina “Administração e Empreendedorismo na Engenharia Civil”, abrangendo conceitos clássicos de administração, funções empresariais e introdução ao empreendedorismo nos tópicos e ementa (Instituto Federal do Ceará, 2022). O foco está, sobretudo, no plano operacional e técnico, ainda com predomínio de uma visão individual e pragmática, sem aprofundar outras dimensões, como empreendedorismo social ou vínculo orgânico com problemas sociais e territoriais.

Em outros cursos, como Engenharia de Aquicultura de Morada Nova, o empreendedorismo é explicitado em uma disciplina optativa, destacando o fenômeno, as características do empreendedor, inovação tecnológica e plano de negócios com metodologia centrada em aulas expositivas, vídeos e estudos dirigidos (Instituto Federal do Ceará, 2019)²⁷. Tal organização, porém, reafirma o tratamento isolado desse tema, em vez de sua articulação transversal, restringindo o desenvolvimento de competências críticas e cidadãs voltadas à intervenção transformadora na realidade, como defendido na literatura especializada (Frigotto, 2007).

No curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do *campus* Quixadá, a prática extensionista e a atuação em projetos de pesquisa aparecem como estratégias para estimular protagonismo e inovação. Contudo, a articulação explícita com a educação empreendedora no currículo não se consolida como prática institucionalizada e transversal (Instituto Federal do Ceará, 2023)²⁸. O projeto política institucional do IFCE reconhece a importância do empreendedorismo e inovação, propondo a criação de ambientes favoráveis e iniciativas extensionistas, mas a efetivação desse propósito permanece restrita pela ausência de diretrizes

²⁶ PPCEC-Morada Nova.

²⁷ PPCEA-Morada Nova.

²⁸ PPCEA-Quixadá.

claras sobre avaliação e integração com componentes obrigatórios, projetos integradores e extensão (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023d).

A literatura especializada reforça que a educação empreendedora, especialmente no âmbito da EPT, deve ser compreendida como processo formativo que desenvolve autonomia intelectual, criticidade e capacidade de intervenção transformadora na realidade (Frigotto, 2007). Essa abordagem rompe com a visão utilitarista do empreendedorismo, inserindo-o como componente de uma formação cidadã e emancipatória. Contudo, nos PPCs analisados, são raros os casos em que essa perspectiva aparece explicitamente nos objetivos do curso, nas ementas das disciplinas ou nas práticas extensionistas.

Portanto, a ATR dos PPCs confirma que a presença da educação empreendedora no IFCE ainda é majoritariamente superficial e descontinuada, limitando-se, frequentemente, à lógica do empreendedorismo individual e técnico-operacional, e não como componente de uma formação integral, crítica e emancipada. Sua consolidação enquanto eixo estruturante do currículo exige maior intencionalidade pedagógica, articulação e alinhamento ético, social e territorial no projeto formativo dos cursos.

5.2.3.5 Inovação tecnológica e práticas integradoras

O terceiro tema identificado na ATR dos PPC de Engenharia do IFCE se refere à presença da inovação tecnológica e à articulação entre teoria e prática, por meio de projetos integradores e outras estratégias de integração curricular. A inovação é mencionada em praticamente todos os documentos analisados, seja como princípio formativo, seja como competência desejada no perfil do egresso. No entanto, assim como ocorre com a educação empreendedora, observa-se um descompasso entre o discurso normativo e sua efetivação nos elementos curriculares concretos.

Em muitos PPCs, a inovação tecnológica é tratada de forma genérica, com pouca ou nenhuma vinculação a espaços formais de aprendizagem, como laboratórios multidisciplinares, disciplinas integradoras ou programas de iniciação tecnológica. Por exemplo, o PPC de Engenharia de Controle e Automação do *campus* Sobral destaca o incentivo à produção e à inovação científico-tecnológica, além de mencionar o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e objetos de aprendizagem digitais, mas não detalha estratégias continuadas de projetos interdisciplinares ou integradores (Instituto Federal do Ceará, 2023)²⁹.

²⁹ PPCEC-Sobral.

Embora o curso apresente projetos de iniciação científica e monitoria, a efetivação de práticas integradoras e o uso sistemático de tecnologias emergentes permanecem restritos a iniciativas pontuais e extracurriculares.

O PPC de Engenharia Mecatrônica de Fortaleza também valoriza as práticas laboratoriais e a interdisciplinaridade entre disciplinas de automação, sistemas digitais e robótica, mas as experiências integradoras ocorrem, majoritariamente, em componentes isolados, e não como eixo estruturante do currículo (Instituto Federal do Ceará, 2021)³⁰. A menção a ambientes especializados, como laboratórios de mecatrônica e eletrônica, não se traduz em projetos integrados envolvendo múltiplas áreas, desafios reais com empresas ou uso de metodologias inovadoras, como *hackathons* ou *design thinking*.

No curso de Engenharia de Produção de Caucaia, por sua vez, há referência à necessidade de formar profissionais inovadores, criativos e capazes de resolver problemas complexos, com práticas em laboratórios e estímulo à iniciação tecnológica e à extensão (Instituto Federal do Ceará, 2021)³¹. Contudo, a articulação entre teoria e prática ainda se organiza mais em torno de atividades de estágio e projetos de pesquisa do que em práticas pedagógicas regulares e planejadas para todos os estudantes.

Trilling e Fadel (2009) e Voogt *et al.* (2013) argumentam que a formação voltada às competências do século XXI exige que os estudantes se engajem em experiências que envolvam resolução de problemas abertos, pensamento crítico, trabalho colaborativo e domínio de tecnologias digitais. Para isso, é preciso romper com o modelo disciplinar estanque e criar espaços de aprendizagem baseados em problemas e em práticas interativas. A análise dos PPCs revela que esse modelo ainda não se consolidou na maioria dos cursos, e que as experiências de integração curricular e tecnológica são episódicas, muitas vezes associadas a projetos de extensão ou a iniciativas docentes individuais, sem apoio institucional contínuo.

Apesar de avanços institucionais, como a atuação do Polo de Inovação do IFCE e da unidade Embrapii, que desenvolvem projetos em parceria com empresas e fomentam a cultura da inovação no âmbito institucional, essas ações ainda não se refletem, de maneira sistemática, nos currículos dos cursos de graduação. A ausência de práticas pedagógicas integradoras evidencia uma desconexão entre a formação teórica e a aplicação prática do conhecimento, especialmente em cursos com forte vinculação com a indústria e com os contextos tecnológicos regionais. Como apontam Ciavatta (2010) e Ramos (2014), a integração entre saberes acadêmicos e práticos é um dos fundamentos da formação omnilateral, e não pode ser

³⁰ PPCEM-Fortaleza.

³¹ PPCEP-Caucaia.

substituída por estratégias pontuais ou descoladas da realidade profissional e social dos estudantes.

Ainda que alguns PPCs mencionem a utilização de projetos como componente avaliativo ou de articulação com disciplinas técnicas, raramente essas experiências são institucionalizadas como parte de um currículo que promova a interdisciplinaridade e a inovação pedagógica. A ausência de planejamento para essa integração e a inexistência de instrumentos de acompanhamento dessas experiências revelam uma fragilidade no tratamento da inovação como eixo pedagógico, e não apenas como tendência tecnológica.

Assim, conclui-se que, embora a inovação tecnológica esteja presente no discurso dos PPCs, sua efetivação como prática pedagógica ainda é incipiente. A falta de estratégias formativas para consolidá-la como componente curricular estruturante compromete o desenvolvimento de competências relevantes para a atuação profissional contemporânea, como criatividade, adaptabilidade e integração entre teoria e prática.

5.2.3.6 Articulação entre ensino, pesquisa e extensão

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão constitui um dos pilares constitucionais da educação superior pública no Brasil, conforme prevê o art. 207 da Constituição Federal de 1988. Esse princípio é reforçado pelas diretrizes da Rede Federal de EPT e está expresso nos marcos normativos da formação em Engenharia como condição para uma formação integral, crítica e socialmente comprometida (Brasil, 2019).

No âmbito do IFCE, o projeto político institucional e o Guia de Curricularização da Extensão determinam a obrigatoriedade da inclusão de atividades extensionistas nos PPCs de graduação, promovendo a articulação entre saberes acadêmicos e demandas sociais, em sintonia com o desenvolvimento local e regional (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023b, 2023d). Extensão, nesse contexto, é compreendida como processo educativo, científico, tecnológico e cultural, que transforma e aproxima a instituição da sociedade, de modo indissociável ao ensino e à pesquisa.

Entretanto, a análise dos PPCs de Engenharia do IFCE revela que a tríade ensino-pesquisa-extensão, embora largamente citada nos discursos institucionais e documentais, permanece fragmentada e pouco articulada na prática curricular. Em cursos, como Engenharia de Aquicultura do *campus* Aracati, a extensão é detalhada como requisito legal, com previsão de uma carga horária específica e menção a atividades, como projetos ambientais, cursos livres

e oficinas para comunidades pesqueiras (Instituto Federal do Ceará, 2022)³². Contudo, essas atividades são apresentadas como complementos extracurriculares, e não como parte orgânica e transversal da matriz formativa, sendo tratadas frequentemente como tarefa administrativa ou obrigatória para diplomação, sem integração concreta com as disciplinas e conteúdos curriculares.

No PPC de Engenharia Elétrica do *campus* Cedro, a pesquisa aparece valorizada como oportunidade para o aluno se engajar em projetos de iniciação científica e tecnológica (Instituto Federal do Ceará, 2021)³³. As menções ao ensino promovem aulas expositivas, experimentais e visitas técnicas, mas faltam estratégias para a construção de projetos integradores que desenvolvam investigação empírica em conexão direta com conteúdo de sala de aula e demandas externas à instituição. A extensão, por sua vez, é reconhecida institucionalmente, mas ainda enfocada em sua dimensão de formação complementar, com a carga horária vinculada a critérios formais e sem mecanismo de avaliação interdisciplinar.

O mesmo cenário é encontrado no curso de Engenharia de Produção de Caucaia, em que as atividades de ensino, pesquisa e extensão coexistem, mas sem mecanismos de planejamento pedagógico coletivo ou integração sistêmica entre seus objetivos (Instituto Federal do Ceará, 2021)³⁴. Atividades de extensão, como minicursos, eventos e participação em projetos com comunidades locais, aparecem como tópicos pontuais e opcionais, e não como eixos articuladores do currículo ou da avaliação do processo de formação.

A revisão dos PPCs evidencia, portanto, que a integração entre ensino, pesquisa e extensão exige mais do que sua presença formal nos documentos. São raros os dispositivos curriculares que planejem situações pedagógicas capazes de articular o conhecimento teórico, a investigação empírica e a ação social em projetos que usem o território como espaço de aprendizagem efetiva. A extensão, mesmo em cursos com forte potencial de inserção territorial, como Engenharia Ambiental ou Aquicultura, ainda está distante de ser dimensão transversal e estruturante. A ausência de instrumentos de avaliação integrados e de práticas pedagógicas inovadoras revela a fragilidade dessa articulação no cotidiano acadêmico.

A literatura especializada aponta que, sem espaços institucionalizados de integração, a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão tende a se restringir ao plano discursivo, comprometendo a formação crítica, omnilateral e socialmente engajada dos estudantes (Ciavatta, 2010; Ramos, 2014). Superar esse quadro exige redimensionar o currículo,

³² PPCEA-Aracati.

³³ PPCEE-Cedro.

³⁴ PPCEP-Caucaia.

compreendendo a indissociabilidade como fundamento pedagógico central da formação em Engenharia, e não apenas uma obrigação normativa ou burocrática.

5.2.3.7 Organização curricular e jornada acadêmica do estudante

A análise dos PPCs de Engenharia do IFCE evidencia questões estruturais relevantes relacionadas à organização curricular e à jornada acadêmica dos estudantes. Embora os documentos normativos defendam a flexibilização curricular, a interdisciplinaridade e o protagonismo discente (Brasil, 2019), a estrutura dos cursos permanece, em grande medida, rigidamente organizada em matrizes curriculares lineares e conteudistas. Essa rigidez impacta diretamente a qualidade da formação, restringindo o tempo disponível para experiências integradoras, como projetos interdisciplinares, pesquisa aplicada e extensão com impacto territorial.

A avaliação de diversos PPCs de Engenharia do IFCE – como Engenharia de Aquicultura (Morada Nova), Engenharia de Produção (Caucaia), Engenharia Elétrica (Cedro), Engenharia Mecânica (Cedro), Engenharia de Computação (Fortaleza), Engenharia Ambiental e Sanitária (Juazeiro, Maracanaú), Engenharia Mecatrônica (Fortaleza), Engenharia de Telecomunicações (Fortaleza), Engenharia Agrícola (Iguatu) e Engenharia de Controle e Automação (Maracanaú, Sobral) – revela que há padrões recorrentes na organização curricular e na configuração da jornada acadêmica dos estudantes de Engenharia.

A maior parte desses cursos apresenta uma matriz curricular linear, marcada por forte divisão entre um ciclo básico, geralmente concentrando disciplinas de Matemática, Física, Química e Introdução à Engenharia, e os ciclos específicos ou profissionalizantes, organizados por áreas técnicas específicas do campo escolhido. As matrizes são usualmente anuais ou semestrais, com sequência rígida de pré-requisitos, limitando a flexibilidade e a possibilidade de construção de percursos personalizados pelo estudante.

Por exemplo, o curso de Engenharia de Aquicultura (Morada Nova) estrutura sua formação em cinco anos, com carga horária total de 3.600h, das quais a imensa maioria é composta por disciplinas obrigatórias sequenciais, reservando 160h para estágio, 160h para atividades complementares e 160h para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Instituto Federal do Ceará, 2019)³⁵. Similarmente, o curso de Engenharia de Produção (Caucaia) determina um fluxo de disciplinas que condiciona fortemente a passagem de um semestre ao

³⁵ PPCEA-Morada Nova.

outro, com poucas janelas de disciplinas optativas e pequeno espaço para trajetórias alternativas ou customizadas, mesmo havendo previsão legal e normatizada para flexibilização (Instituto Federal do Ceará, 2021)³⁶.

Nos casos de Engenharia Elétrica (Cedro), Engenharia Mecânica (Cedro), Engenharia de Computação (Fortaleza) e Engenharia Mecatrônica (Fortaleza), nota-se igualmente a predominância de um currículo fechado, no qual a interdisciplinaridade acontece de forma marginal, mais pelo cruzamento de competências pontuais em projetos ou eventos, e raramente por projetos integradores ou módulos interdisciplinares institucionalizados. Tais fluxos disciplinares, embora garantam sólido conteúdo teórico, acabam, muitas vezes, por gerar superposição temática e fragmentação de saberes, o que dificulta a visão sistêmica e integrada exigida pela prática da engenharia contemporânea.

Além disso, a totalidade das cargas horárias gira, tipicamente, em torno de 3.600h a 4.400h, distribuídas em nove ou dez semestres, frequentemente em regime de tempo integral ou duplo turno, o que torna a jornada acadêmica intensa e sobrecarregada. Isso dificulta a participação mais efetiva dos alunos em atividades de extensão, iniciação científica, estágios extracurriculares e projetos de inovação, restringindo sua formação a espaços curriculares tradicionais e exaustivamente teóricos. Disciplinas optativas e atividades flexíveis, mesmo quando previstas, compõem pequena fração da matriz, como nos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária (Maracanaú, Juazeiro), ou Engenharia de Controle e Automação (Maracanaú, Sobral).

Ainda que institucionalmente discursado nos documentos oficiais e na legislação vigente (Brasil, 2019), o protagonismo discente, a autonomia na escolha de trilhas formativas, a interdisciplinaridade e a valorização da extensão aparecem como elementos periféricos no cotidiano das matrizes. Nos cursos de Engenharia de Telecomunicações (Fortaleza) e Engenharia Agrícola (Iguatu), por exemplo, as possibilidades reais de personalização de trilha ou créditos em projetos integrados são mínimas, com as ementas e cargas horárias segmentadas em componentes estanques e pouco dialogantes entre si.

Consequentemente, os dados dos PPCs sugerem que os estudantes, sobretudo aqueles que precisam conciliar estudo com atividades laborais ou trajetos longos até o *campus*, experimentam uma jornada acadêmica exaustiva e rígida, o que pode impactar negativamente não só o rendimento, mas também a saúde mental e o engajamento. É comum encontrar relatos e observações nos documentos pedagógicos sobre dificuldades para participação em

³⁶ PPCEP-Caucaia.

experiências formativas extra-curriculares e limitações para desenvolver competências transversais e socioemocionais.

Autores, como Perrenoud (2000) e Saviani (2013), destacam que a estrutura curricular deve servir a um projeto pedagógico intencional e humanizador. A simples acumulação de disciplinas e conteúdo não garante a formação integral e pode, inclusive, comprometer a apropriação crítica do conhecimento. Para ambos, é fundamental pensar a jornada acadêmica não apenas como cumprimento de carga horária, mas como percurso formativo que articule tempo, experiência e sentido.

Em síntese, a análise de um conjunto amplo de PPC de Engenharia do IFCE mostra que, apesar das recomendações das políticas educacionais, a organização curricular permanece ancorada em modelos tradicionais, pouco flexíveis, excessivamente conteudistas, mantendo a centralidade das disciplinas e dificultando percursos personalizados, a interdisciplinaridade e o desenvolvimento pleno de competências integradas.

5.2.3.8 Formação docente e cultura pedagógica institucional

A análise aprofundada dos PPCs de Engenharia do IFCE evidencia que a formação docente e a cultura pedagógica institucional ainda representam desafios centrais para a efetivação de propostas inovadoras nos cursos avaliados. Embora diversos documentos tragam em suas fundamentações a defesa de posturas pedagógicas críticas, metodologias ativas e integração entre teoria e prática (Instituto Federal do Ceará, 2022³⁷; Instituto Federal do Ceará, 2023³⁸; Instituto Federal do Ceará, 2023³⁹), prevalece uma abordagem marcada pela ênfase transmissiva do saber e valorização do domínio técnico, em detrimento de uma cultura de mediação/formação continuada e colaboração interdisciplinar. Tal constatação evidencia uma fragilidade fundamental no processo de implementação das mudanças curriculares preconizadas pelas diretrizes nacionais e institucionais (Brasil, 2019; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023c).

A ausência de dispositivos institucionais voltados à formação pedagógica dos docentes revela uma limitação estrutural para a consolidação de práticas inovadoras. Como destacam Perrenoud (2002) e Freire (1996), não há transformação pedagógica possível sem a centralidade do professor como sujeito formador, reflexivo e politicamente implicado com a educação. A

³⁷ PPCEC-Morada Nova.

³⁸ PPCEA-Quixadá.

³⁹ PPCEC-Sobral.

simples prescrição de novas práticas ou metodologias não garante sua adoção, sobretudo em contextos institucionais marcados por uma cultura técnico-conteudista da docência.

Nos PPCs analisados, a cultura pedagógica tende a assumir o ensino como transmissão de conteúdo e o professor como detentor de um saber técnico a ser repassado aos estudantes. A prática educativa, nesse contexto, organiza-se com base na lógica da cobertura de programas e no controle do rendimento acadêmico por meio de avaliações conteudistas, em detrimento de estratégias formativas voltadas à construção do conhecimento, à autonomia discente e à problematização da realidade.

Além disso, os documentos não apresentam dispositivos que estimulem a interdisciplinaridade entre docentes, o planejamento coletivo ou a construção de projetos pedagógicos integradores, indicando que a docência permanece fragmentada e individualizada, o que dificulta a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, bem como a efetivação de metodologias participativas e centradas no estudante.

Saviani (2013) argumenta que a docência não pode ser reduzida à aplicação de técnicas ou métodos, mas deve ser compreendida como uma prática política, fundamentada por princípios filosóficos, éticos e pedagógicos. Nesse sentido, a ausência de uma política institucional de formação docente nos PPCs examinados não é apenas uma lacuna técnica, é uma limitação epistemológica, que compromete o alcance das finalidades educativas propostas pelos próprios cursos.

Apesar de algumas iniciativas pontuais de formação continuada, promovidas pelo IFCE, como cursos de extensão e especialização *lato sensu* para docentes (Silva; Abreu, 2024), essas ações ainda não se refletem de maneira sistemática nos PPCs de Engenharia. O Projeto Político Institucional do IFCE reconhece a importância da valorização do magistério e da qualificação docente, mas a institucionalização de políticas de formação continuada permanece como desafio (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023d).

Dessa forma, a ATR evidencia que o protagonismo docente continua sendo um ponto cego nos currículos de engenharia do IFCE. A superação desse cenário exige a valorização da formação pedagógica no interior das instituições, por meio de políticas de formação continuada, incentivos à inovação docente e reconhecimento do professor como sujeito estratégico na reconfiguração curricular. Sem essa valorização, o discurso da inovação tende a permanecer como retórica dissociada das condições reais de ensino e aprendizagem.

5.2.3.9 Considerações finais da ATR sobre os Projetos Pedagógicos dos Cursos

A análise temática dos PPCs de Engenharia do IFCE revelou um quadro multifacetado, marcado por avanços pontuais e alinhamento discursivo às diretrizes nacionais e institucionais, mas também por limitações estruturais e práticas que dificultam a efetivação de uma formação integral, crítica e inovadora. Os seis temas identificados – metodologias ativas, educação empreendedora, inovação tecnológica, articulação entre ensino, pesquisa e extensão, organização curricular e formação docente – evidenciam um tensionamento recorrente entre o currículo prescrito e o currículo praticado, bem como entre os objetivos formativos declarados e os mecanismos institucionais que deveriam sustentá-los.

A persistência de estruturas curriculares rígidas, a ausência de políticas consistentes de formação docente, a fragmentação disciplinar e a incipiente valorização de práticas interdisciplinares indicam que o projeto formativo almejado ainda se encontra distante de sua plena realização. Ao mesmo tempo, a existência de experiências isoladas, menções à extensão e tentativas iniciais de incorporação de metodologias ativas demonstram que há potencial para transformação, desde que haja uma ação institucional articulada e comprometida com a mudança pedagógica, respaldada por um projeto político-pedagógico consistente (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023c).

Essa leitura crítica dos PPCs permite não apenas identificar lacunas e desafios da formação atual, mas também apontar pontos de inflexão possíveis, elementos que poderão ser retomados na parte propositiva da tese. O Manual de Normatização de Projetos Pedagógicos do IFCE reforça a necessidade de que os PPCs expressem identidade formativa, articulação com demandas regionais e fundamentação teórico-metodológica clara, o que ainda se mostra como desafio para a maioria dos cursos analisados (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023c).

5.2.4 *Discussão dos resultados: diagnóstico curricular e análise documental*

Concluída a análise temática das DCN, do Documento Norteador e dos PPCs, apresenta-se, a seguir, uma discussão crítica desses achados, à luz da literatura e das demandas institucionais contemporâneas.

5.2.4.1 Discussão a partir da literatura

A análise documental realizada por meio da ATR das DCN, do Documento Norteador das Engenharias e dos PPCs do IFCE evidencia um cenário de avanços conceituais, mas também de lacunas estruturais na formação em Engenharia. A literatura recente aponta que a centralidade da formação por competências, a curricularização da extensão e a necessidade de inovação pedagógica são consensos no campo, refletindo tendências globais de alinhamento da educação superior às demandas do século XXI (Trilling; Fadel, 2009; Brasil, 2019, 2008).

No entanto, como destacam Perrenoud (2000) e Trilling e Fadel (2009), a mera presença desses conceitos nos documentos não garante sua efetivação. As ATRs revelam que, apesar do discurso normativo avançado, persistem fragilidades operacionais: ausência de metodologias integradoras explícitas, falta de diretrizes para formação docente continuada e carência de instrumentos avaliativos coerentes com o paradigma por competências (Saviani, 2013; Frigotto, 2007). Esse diagnóstico converge com os resultados das RSLs, que apontam a dificuldade de transpor inovações pedagógicas do plano teórico para o cotidiano institucional, especialmente em contextos de recursos limitados e cultura pedagógica tradicional (Beke; Tick, 2024; Kálmán; Citterio, 2020).

A análise dos PPCs do IFCE reforça esse quadro: embora haja menção a metodologias ativas e à promoção do protagonismo estudantil, a implementação é esparsa e pouco sistematizada. Práticas, como *design thinking*, ensino ágil e *Scrum*, são praticamente ausentes, mesmo em cursos voltados à inovação tecnológica (Krehbiel *et al.*, 2017; Lin; Tan; Guo, 2023). Esse dado dialoga com críticas de autores, como Dewey (1934) e Freire (1996), que defendem a centralidade da experiência e da problematização real para a formação integral, e com estudos contemporâneos que alertam para o risco da “retórica da inovação” dissociada de práticas efetivas (Ciavatta, 2010).

Outro ponto recorrente na literatura é a insuficiência de políticas institucionais para formação docente. As ATRs mostraram que, embora as DCN reconheçam a necessidade de programas de desenvolvimento docente, não detalha sua estruturação, o que perpetua uma cultura pedagógica reativa e dificulta a adoção de práticas inovadoras (Perrenoud, 2002; Saviani, 2013). A formação continuada deve ser eixo estruturante das políticas curriculares, sob pena de inviabilizar mudanças paradigmáticas (Freire, 1996; Ramos, 2014).

5.2.4.2 Como a proposta da tese responde aos desafios encontrados

A proposta apresentada nesta tese se destaca justamente por enfrentar, de modo sistêmico, as lacunas identificadas na análise documental e na literatura. Ao articular metodologias ágeis (como o *Scrum*) e educação empreendedora como eixos para a formação docente, esse trabalho oferece dispositivos concretos para operacionalizar a formação por competências e a inovação pedagógica (Krehbiel *et al.*, 2017; Lin; Tan; Guo, 2023), tais como:

- I. Formação docente como eixo estruturante: diferentemente das DCN e PPCs analisados, a proposta da tese detalhará adiante um percurso formativo para docentes, incluindo oficinas, trilha interdisciplinar, MOOC e sequências didáticas colaborativas, com foco na apropriação crítica de metodologias ativas e ágeis. Essa abordagem responde à lacuna normativa e institucional, criando condições reais para a mudança de práticas pedagógicas (Freire, 1996; Perrenoud, 2002);
- II. Integração de ensino ágil e educação empreendedora: ao propor a adoção do *Scrum* e de práticas de educação empreendedora nos currículos, a tese viabiliza a transição do discurso para a prática, promovendo ambientes de aprendizagem colaborativos, interdisciplinares e conectados aos desafios reais dos territórios e do mercado de trabalho (Cheng; Wang; Lee, 2018; Wei *et al.*, 2023). Isso se alinha às recomendações de autores que destacam o potencial transformador das metodologias ágeis no ensino de Engenharia (Krehbiel *et al.*, 2017; Lin; Tan; Guo, 2023);
- III. Curricularização da extensão e protagonismo estudantil: a proposta enfatiza a curricularização da extensão como espaço de vivência crítica, conectando teoria e prática em projetos reais e promovendo o protagonismo estudantil, superando a abordagem fragmentada observada nos PPCs (Frigotto, 2007; Ramos, 2014). Essa estratégia se fundamenta em Freire (1996) e Dewey (1934), que defendem a aprendizagem experiencial e dialógica;
- IV. Instrumentos de avaliação por competências: a tese propõe a adoção de instrumentos, como a escala 21CSAS, alinhando avaliação e desenvolvimento de competências, aspecto pouco detalhado nos documentos oficiais analisados (Griffin; McGaw; Care, 2011);
- V. Potencial de replicabilidade e impacto institucional: ao estruturar recomendações curriculares, trilha formativa docente e sequências didáticas inovadoras, a proposta

da tese oferece um modelo replicável para outros contextos da Rede Federal, contribuindo para a consolidação de uma cultura pedagógica inovadora e crítica.

Concluída a análise crítica dos documentos normativos e institucionais, que evidenciou avanços conceituais e lacunas operacionais na formação em Engenharia, torna-se necessário aprofundar a compreensão sobre como essas diretrizes e propostas curriculares são percebidas e vivenciadas pelos sujeitos institucionais. Assim, a próxima seção se dedica à análise das percepções de gestores e coordenadores dos cursos de Engenharia do IFCE, buscando captar os sentidos, desafios e possibilidades atribuídos à implementação das políticas curriculares no cotidiano institucional. Essa abordagem dialógica, ao articular o currículo prescrito com o currículo vivido, contribui para um diagnóstico mais denso e fundamenta as proposições formativas que serão detalhadas nos capítulos seguintes.

5.3 Percepções de coordenadores e gestores sobre a formação atual

Após a análise das DCN e dos PPCs de Engenharia do IFCE, esta seção aprofunda o diagnóstico da formação, por meio da escuta de sujeitos institucionais estratégicos. Foram entrevistados gestores, coordenadores de curso e docentes com atuação destacada em áreas, como inovação, extensão e empreendedorismo, o que permitiu captar diferentes perspectivas sobre os desafios formativos e as condições institucionais para inovação pedagógica, aspectos centrais para o alinhamento da formação em Engenharia às exigências contemporâneas.

A escuta desses atores institucionais visa compreender como percebem os desafios formativos atuais, as condições institucionais para inovação pedagógica e os caminhos possíveis para uma formação em Engenharia mais coerente com as demandas do século XXI, como a integração de metodologias ágeis, o fortalecimento do empreendedorismo e a valorização da extensão universitária. Essas dimensões são reconhecidas na literatura como fundamentais para superar o modelo tradicional de ensino, ainda fortemente centrado em conteúdos técnicos e disciplinas “duras”, e promover o desenvolvimento de competências transversais, criatividade e capacidade de resolução de problemas reais.

As entrevistas, de natureza semiestruturada, foram realizadas entre setembro e novembro de 2024. As transcrições passaram por análise, com base na metodologia da ATR, conforme Braun e Clarke (2006, 2019), que privilegia a identificação de sentidos recorrentes, contradições e estratégias institucionais, a partir da reflexividade do pesquisador e do envolvimento profundo com os dados. Cada participante foi codificado com base em sua função

e número sequencial, a fim de preservar o anonimato e seguir os princípios éticos da Resolução CNS nº 510/2016, que regulamenta pesquisas em Ciências Humanas e Sociais no Brasil.

5.3.1 Contexto da escuta e codificação dos participantes

A escuta foi conduzida com catorze participantes vinculados a diferentes níveis e funções institucionais, incluindo coordenação de cursos, gestão pedagógica, incubadoras, inovação e extensão. Todos os coordenadores de curso entrevistados atuam no *campus* Maracanaú, o que assegura uma leitura localizada e concreta da realidade formativa analisada, fundamental para compreender os desafios e potencialidades do contexto específico do IFCE. Os demais sujeitos representam setores estratégicos da Reitoria e do *campus* Fortaleza, como a Pró-Reitoria de Extensão (PROEXT), o Polo de Inovação, o Departamento de Extensão, Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (DEPPI) de Maracanaú e o Departamento de Ensino Superior da Reitoria, ampliando a perspectiva institucional da análise e permitindo o cruzamento de visões entre diferentes unidades e esferas decisórias.

As entrevistas foram realizadas com duração média de uma hora, em formato remoto, gravadas com consentimento formal dos participantes e transcritas na íntegra, em conformidade com os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução CNS nº 510/2016, que regula pesquisas em Ciências Humanas e Sociais no Brasil. Foi adotado um roteiro semiestruturado (APÊNDICE C), dividido em cinco blocos temáticos – (1) trajetória e desafios profissionais; (2) competências para o século XXI; (3) educação empreendedora e integração curricular; (4) curricularização da extensão; (5) articulação com o ecossistema de inovação – que permitiu explorar tanto aspectos objetivos da prática institucional quanto percepções subjetivas sobre a formação em Engenharia, em consonância com recomendações metodológicas para pesquisas qualitativas em educação superior.

Para garantir o anonimato e assegurar a rastreabilidade analítica, cada entrevistado foi identificado por um código alfanumérico, formado por número e tipo de função (ex.: E03-COORD, E11-GESTOR). Essa estratégia, além de atender aos princípios éticos, facilita o acompanhamento dos argumentos e a validação cruzada dos achados ao longo da ATR. O Quadro 17 apresenta a relação entre os participantes, suas funções e locais de atuação.

Quadro 17 – Perfil dos participantes da escuta qualificada

Código	Local de atuação	Local de atuação
E01-GESTOR	Incubadora	Maracanaú
E02-GESTORA	PROEXT	Reitoria
E03-COORD	Coordenador de curso	Maracanaú
E04-COORD	Coordenador de curso	Maracanaú
E05-COORD	Coordenadora de curso	Maracanaú
E06-DOCENTE	Professor de Empreendedorismo	Maracanaú
E07-GESTOR	Polo de Inovação	Reitoria
E08-GESTORA	Departamento de Ensino	Maracanaú
E09-DOCENTE	Professor de Empreendedorismo	Fortaleza
E10-GESTORA	Incubadora	Fortaleza
E11-GESTOR	DEPPI	Maracanaú
E12-GESTORA	Coordenação Técnico-Pedagógica (CTP)	Maracanaú
E13-GESTORA	FAIFCE	Reitoria
E14-GESTORA	Departamento de Ensino Superior	Reitoria

Fonte: Elaborado pelo autor⁴⁰.

5.3.2 *Temas emergentes da análise das entrevistas*

A interpretação das entrevistas foi conduzida com base na ATR, conforme sistematizada por Braun e Clarke (2006, 2019), reconhecendo que os sentidos atribuídos pelos sujeitos à formação em Engenharia são construções discursivas situadas em contextos institucionais, políticos e culturais, e não dados objetivos. Nessa abordagem, o pesquisador não apenas identifica regularidades, mas interpreta as tramas de significação que atravessam as falas, considerando as mediações históricas, profissionais e ideológicas que informam a prática educativa. O objetivo não é a simples categorização, mas a construção de inteligibilidade sobre a realidade formativa vivida pelos sujeitos, em consonância com uma epistemologia crítica e implicada.

O processo analítico seguiu as seis etapas fundamentais propostas por Braun e Clarke (2006, 2019): (1) familiarização com os dados; (2) geração inicial de códigos; (3) busca por temas; (4) revisão dos temas; (5) definição e nomeação; (6) elaboração da narrativa final. As transcrições foram examinadas manualmente, com destaque para trechos que revelavam padrões de sentido, contradições, tensões institucionais ou iniciativas formativas significativas. O cruzamento entre diferentes funções e setores (coordenação, gestão pedagógica, inovação, extensão) foi intencional, visando captar tanto os consensos quanto as assimetrias na percepção dos entrevistados.

⁴⁰ Com base nas entrevistas transcritas de 2024.

Primeiramente, realizou-se a familiarização com os dados, por meio da transcrição, leitura exaustiva e anotação de impressões iniciais sobre o material coletado. Em seguida, foram gerados os códigos iniciais, apresentados no Quadro 18, através dos quais aspectos relevantes e recorrentes das falas dos participantes foram sistematicamente codificados, permitindo a identificação de padrões preliminares.

Quadro 18 – Codificação inicial

Código Inicial	Exemplo de Fala
Falta de integração institucional	[...] falta coletividade dentro do ecossistema de inovação [...]
Resistência à mudança pedagógica	[...] professores resistem fortemente, dizendo “eu fiz concurso para ensinar do jeito que sempre ensinei [...]
Ausência de formação pedagógica	[...] não é requisito para o coordenador ter formação pedagógica, ter formação em gestão educacional [...]
Fragmentação curricular	[...]quando começa a fragmentar os cursos, começa a deixar as pessoas mais concentradas numa microárea [...]

Fonte: Elaborado pelo autor⁴¹.

Na terceira etapa, esses códigos foram agrupados e organizados em temas potenciais, buscando conexões e significados centrais ao fenômeno investigado. Por fim, ocorreu a revisão dos temas, etapa em que os candidatos a temas foram refinados, a partir de sua coerência interna, diferenciação externa e representatividade em relação ao conjunto dos dados transcritos, que são apresentados no Quadro 19. Tais procedimentos, similares aos utilizados na análise das DCN e PPC, garantem o rigor epistemológico, a validação cruzada dos achados e o alinhamento ao paradigma qualitativo reflexivo adotado na pesquisa.

Quadro 19 – Temas potenciais

Tema Potencial	Critério de Revisão	Exemplo de Refinamento
Barreiras institucionais à inovação	Coerência interna	Agrupamento de códigos relacionados a entraves de gestão institucional e fluxo decisório
Desafios da integração curricular	Representatividade e diferenciação	Redefinir agrupamento somente para desafios integrativos, não confundindo com resistência docente individual
Formação e desenvolvimento docente	Coerência e densidade explicativa	Consolidar as falas sobre formação em pedagogia, oficinas e percepção das limitações atuais
Cultura organizacional	Diferenciação externa	Separar categoria de cultura institucional de categorias diretamente ligadas a gestão acadêmica

Fonte: Elaborado pelo autor⁴².

⁴¹ Com base nas entrevistas transcritas de 2024.

⁴² Com base nas entrevistas transcritas de 2024.

Os critérios de delimitação dos temas emergentes foram: (1) a frequência e recorrência de determinadas problemáticas, ao longo das entrevistas; (2) a densidade explicativa das falas em relação aos objetivos da tese; (3) a convergência com os marcos teóricos trabalhados no Capítulo 3; (4) a capacidade de cada tema de articular aspectos estruturais, curriculares e institucionais da formação. Assim, não se trata de uma análise fragmentada ou superficial, mas de um esforço interpretativo orientado por uma epistemologia crítica, que reconhece o papel dos sujeitos na mediação entre currículo prescrito, currículo instituído e currículo vivido (Frigotto, 2007; Ramos, 2014).

Como resultado desse processo, foram identificados quatro grandes temas, que organizam a seção a seguir: (1) formação por competências e aprendizagem interdisciplinar; (2) inovação, ensino ágil e resistência docente; (3) curricularização da extensão e territorialização do currículo; (4) formação docente e cultura institucional fundamentados na seção subsequente.

5.3.2.1 Fundamentação dos temas emergentes (5ª etapa)

Os temas foram definidos com base em um cruzamento sistemático entre frases, argumentos e exemplos recorrentes nas diferentes entrevistas. O processo analítico ocorreu em seis etapas reflexivas, detalhadas anteriormente, culminando na segmentação em quatro grandes temáticas centrais:

- I. Formação por competências e aprendizagem interdisciplinar: esse tema emergiu da recorrência nos relatos de coordenadores e gestores quanto à dificuldade de efetivar práticas baseadas em competências, mesmo após a revisão das DCN. Os entrevistados apontam a distância entre o discurso institucional e a prática cotidiana: *“No nosso curso, muita coisa ainda gira em torno do conteúdo técnico. Apesar dos PPC trazerem competências, nem sempre isso vira uma prática na sala de aula”* (E06-DOCENTE); *“Os alunos ficam com uma visão compartimentalizada do conhecimento, falta um esforço coletivo para construir competências amplas”*, (E11-GESTOR). Esse diagnóstico aparece em diferentes perfis institucionais, consolidando-se pela recorrência e densidade argumentativa do conteúdo relacionado nos excertos selecionados;
- II. Inovação, ensino ágil e resistência docente: o segundo tema foi extraído do reconhecimento, em quase todas as entrevistas, da centralidade da inovação nos marcos normativos contemporâneos, contrastada com uma prática pedagógica

conservadora e pouca abertura à experimentação: *“A gente escuta falar de ensino por projetos, mas fica difícil mudar sem apoio mais estruturado da própria instituição”* (E08-GESTORA); *“Existe um desejo de inovação, mas muitos não sabem por onde começar ou têm receio de errar”* (E14- GESTORA). A menção a metodologias ágeis é frequente, mas associada à ausência de apoio institucional e à resistência de parte do corpo docente, reforçando a limitação estrutural e cultural da inovação;

- III. Curricularização da extensão e territorialização do currículo: A obrigatoriedade da extensão universitária, prevista pelas normativas nacionais, surge recorrentemente na análise como uma pauta ainda desafiadora na prática. Os docentes e gestores destacam a fragilidade da integração da extensão com o currículo: *“Percebo pouca articulação entre o que ocorre nas disciplinas e o que as comunidades realmente precisam”* (E01-GESTOR); *“Nem todos os professores enxergam a extensão como parte do processo formativo, muitos tratam como obrigação ou só pra cumprir tabela”* (E07-GESTOR). A ausência de territorialização concreta aparece nos relatos sobre a baixa articulação de projetos com a realidade local: *“Estamos revisando o PPC, mas falta clareza sobre como integrar de fato os projetos de extensão às necessidades locais”* (E05-COORD);
- IV. Formação docente e cultura institucional: por fim, a carência de uma política contínua para a formação pedagógica aparece como consenso prático, relatada em todas as funções institucionais investigadas: *“Os docentes sentem necessidade de mais formação, principalmente na dimensão pedagógica. A maioria aprende dando aula, não teve preparação específica”* (E02-GESTORA); *“Muitos chegam sem experiência nem formação para ensino, só sabem o conteúdo. Há pouco incentivo para formação continuada”* (E13- GESTORA). Esse tema se destaca não só pela frequência das menções, mas, especialmente, pela densidade e complexidade dos dilemas discursivos, indicando a necessidade de intervenção estrutural.

Cada tema será analisado em detalhes nas seções que seguem, compondo a 6ª etapa dessa ATR, com base nas falas dos entrevistados, considerando seus tensionamentos internos, potências e implicações para a construção de percursos pedagógicos integradores e transformadores.

5.3.2.2 Formação por competências e aprendizagem interdisciplinar

A primeira temática recorrente na análise das entrevistas se refere à formação por competências e à dificuldade de efetivação de práticas interdisciplinares nos cursos de Engenharia. Os participantes reconhecem a centralidade da formação por competências nos marcos curriculares contemporâneos, sobretudo após a atualização das DCN para a Engenharia, mas apontam tensões entre essa diretriz e o modelo de ensino vigente, ainda centrado na transmissão de conteúdos, fragmentação disciplinar e avaliações tradicionais (Brasil, 2019).

Para vários gestores e coordenadores, a formação por competências exige uma reorganização profunda do currículo e das práticas docentes, o que ainda não se consolidou no contexto institucional. Como afirmou um dos entrevistados:

A gente até tem isso no discurso institucional, nos documentos, mas quando vai pra prática, é o conteúdo técnico que domina. As competências acabam ficando como algo genérico (E03-COORD).

Outros participantes ressaltaram a falta de clareza na tradução das competências em práticas pedagógicas concretas. Apesar de amplamente referidas nos PPCs, as competências não encontram correspondência em processos avaliativos que contemplem aprendizagens situadas, interdisciplinares e ativas. Segundo um gestor:

Falar de competência exige outro tipo de planejamento, de avaliação, de ensino. E isso não está claro nem nos cursos nem nas formações que os professores recebem (E11-GESTOR).

A interdisciplinaridade foi apontada como um dos maiores entraves na estrutura curricular dos cursos. A organização em disciplinas técnicas isoladas e a sobrecarga de conteúdos dificultam a construção de projetos integradores ou trilhas que articulem diferentes áreas do conhecimento, como também evidenciado em estudos recentes sobre inovação e interdisciplinaridade na Engenharia, tais limitações dificultam a elaboração de projetos integradores e a articulação efetiva de múltiplas áreas do conhecimento (Maggessi *et al.*, 2021). Como relatou uma gestora:

A carga horária dos cursos é muito pesada e muito compartimentalizada. Cada um defende sua disciplina e falta espaço para construir algo mais coletivo (E08-GESTORA).

Embora haja experiências pontuais de integração, como projetos interdisciplinares no âmbito da extensão ou de disciplinas específicas, essas ações são, geralmente, isoladas e

dependem da iniciativa individual de docentes. Não há, segundo os relatos, uma política institucional clara de incentivo ou valorização dessas práticas:

A gente precisa de espaços para planejar em conjunto, e isso não existe. Cada professor cuida da sua disciplina e pronto (E06-DOCENTE).

Essas evidências confirmam a distância entre os referenciais curriculares contemporâneos e a cultura pedagógica predominante, ainda marcada por uma racionalidade tecnicista e disciplinar. A formação por competências, para se concretizar, exige não apenas mudanças formais nos projetos de curso, mas também condições institucionais, planejamento coletivo e valorização de práticas pedagógicas integradoras. A ausência desses elementos fragiliza a formação omnilateral e a capacidade crítica dos estudantes de Engenharia, comprometendo os princípios que fundamentam a educação politécnica defendida por Ramos (2014), Perrenoud (2000, 2002) e Saviani (2013).

5.3.2.3 Inovação, ensino ágil e resistência docente

A segunda temática emergente da análise se refere à presença da inovação nos discursos institucionais e aos entraves enfrentados para sua efetiva implementação no cotidiano pedagógico dos cursos de Engenharia. Em quase todas as entrevistas, os participantes reconhecem a centralidade da inovação como eixo estratégico da formação contemporânea, do ponto de vista tecnológico, metodológico ou institucional. Contudo, esse reconhecimento convive com a percepção de que a cultura pedagógica vigente, marcada por práticas tradicionais e por uma estrutura curricular rígida, dificulta a consolidação de experiências inovadoras.

A inovação aparece, nos relatos, como exigência dos marcos normativos, das políticas públicas e das demandas do mundo do trabalho (Brasil, 2019). No entanto, segundo os entrevistados, os cursos ainda operam com lógicas pedagógicas lineares, pouco abertas à experimentação, ao erro e à adaptação, características essenciais dos processos inovadores. Como afirmou um dos gestores entrevistados:

O discurso da inovação é bonito, mas, na prática, o professor ainda está preso ao modelo de aula expositiva. E nem sempre por má vontade, mas porque não há condições reais para fazer diferente (E07-GESTOR).

Parte dos entrevistados apontou que as experiências de inovação ocorrem, muitas vezes, de forma periférica ao currículo formal, em projetos de extensão, em iniciativas isoladas de professores ou em ações extracurriculares vinculadas às incubadoras e aos núcleos de inovação.

Essas ações, embora relevantes, não são suficientes para transformar o processo formativo como um todo:

Temos muitos projetos acontecendo, mas quase sempre fora do currículo. É como se inovação não pudesse fazer parte da sala de aula regular (E10-GESTORA).

Um aspecto recorrente nas falas diz respeito à adoção de metodologias ágeis, como *Scrum*, *design thinking* e ensino baseado em projetos, que vêm sendo mobilizadas por alguns docentes em iniciativas pontuais. No entanto, a ausência de apoio institucional, a carga horária elevada e a falta de formação específica são barreiras significativas:

Eu uso ensino ágil nas minhas aulas, mas é tudo por conta própria. A gente não tem formação pra isso, nem espaço pra compartilhar essas práticas (E06-DOCENTE).

Além dessas barreiras operacionais, os entrevistados também mencionaram a existência de resistências internas à mudança, especialmente por parte de docentes mais experientes, formados em uma lógica técnico-disciplinar:

Há uma cultura muito enraizada. Alguns professores acham que inovação é modismo, que a aula expositiva sempre funcionou e vai continuar funcionando (E08-GESTORA).

Essas resistências não são vistas apenas como conservadorismo, mas como reflexo de uma ausência histórica de formação pedagógica crítica e de valorização institucional do trabalho docente. Como destaca Frigotto (2007), a inovação educativa só se concretiza quando há um projeto formativo que a sustente, e isso requer mudança de cultura, investimento institucional e compromisso coletivo.

Em síntese, os dados indicam que a inovação, embora presente no discurso e em experiências pontuais, ainda enfrenta limites estruturais e culturais para se consolidar como princípio pedagógico. Ademais, a promoção de ambientes de aprendizagem ativos, colaborativos e centrados em projetos reais exige tanto a superação das resistências docentes quanto o fortalecimento de políticas institucionais de formação, articulação entre ensino, pesquisa e extensão e flexibilização curricular (Dornelas, 2018).

5.3.2.4 Curricularização da extensão e territorialização do currículo

A terceira temática emergente diz respeito à curricularização da extensão e à sua relação com a construção de currículos territorializados. A Resolução CNE/CES nº 7/2018 estabelece que, no mínimo, 10% da carga horária dos cursos de graduação deve ser destinada a atividades

de extensão, integradas ao projeto pedagógico e articuladas com a formação dos estudantes. Apesar da obrigatoriedade legal, os depoimentos dos participantes indicam que a implementação da extensão nos cursos de Engenharia do IFCE ainda ocorre de forma fragmentada, muitas vezes burocrática, e com baixa integração curricular.

Nas entrevistas, alguns participantes relataram que a extensão tende a ser tratada como um elemento periférico nos currículos, por vezes operacionalizada predominantemente como carga horária complementar, pouco articulada aos componentes curriculares obrigatórios. Essa percepção de desconexão é compreendida pelos entrevistados como um fator que fragiliza o potencial formativo da extensão e reduz seu alcance transformador:

A extensão entra mais como uma obrigação de horas do que como parte do projeto formativo. Falta integração real com o currículo (E05-COORD).

Além disso, muitos cursos ainda não têm clareza sobre como operacionalizar a extensão em articulação com os objetivos de aprendizagem, com a pesquisa e os contextos locais. A falta de planejamento conjunto e de espaços institucionais para essa construção foi mencionada por vários participantes:

É tudo muito fragmentado. Cada professor cria sua atividade, mas não há um eixo comum, um projeto coletivo que articule ensino e extensão com o território (E12-GESTORA).

A ausência de territorialização dos currículos, isto é, de uma vinculação explícita entre os projetos pedagógicos e os problemas, saberes e demandas do contexto regional foi apontada como uma das principais limitações da extensão nos cursos de Engenharia. Segundo os participantes, as ações extensionistas tendem a replicar modelos genéricos, desconectados das realidades socioeconômicas e ambientais dos territórios onde os *campi* estão inseridos:

A gente poderia fazer muito mais com a comunidade, mas os projetos ainda seguem uma lógica muito acadêmica, sem escuta real do território (E01-GESTOR).

Autores, como Ciavatta (2014) e Freire (1996), defendem a extensão enquanto mediação entre a escola e o mundo do trabalho, entre o conhecimento acadêmico e os saberes populares, ampliando o horizonte formativo dos estudantes e ressignificando os currículos. No entanto, como revelam os depoimentos, ainda há um longo caminho para que a extensão seja tratada como dimensão indissociável da formação e eixo de inovação pedagógica.

Apesar das dificuldades, alguns entrevistados relataram experiências potentes de extensão articulada à pesquisa, ao ensino e à formação cidadã. Essas experiências, contudo, ainda não são institucionalizadas nem compartilhadas entre os cursos e os *campi*:

Temos experiências boas, mas elas ficam isoladas. Falta uma política que sistematize e dê visibilidade a essas ações (E02-GESTORA).

Portanto, a análise evidencia que a curricularização da extensão no IFCE, embora formalmente em curso, ainda carece de integração, planejamento coletivo e vinculação territorial. A ausência de um projeto pedagógico que articule saber acadêmico e realidade local compromete o potencial da extensão como eixo formativo crítico e integrador, em consonância com as diretrizes nacionais e os referenciais críticos sobre educação politécnica e emancipadora (Ciavatta, 2014; Freire, 1996).

5.3.2.5 Formação docente e cultura institucional

A última temática identificada na análise se refere à formação pedagógica dos docentes e às dimensões culturais que moldam as práticas educativas nos cursos de Engenharia do IFCE. Os entrevistados convergem na percepção de que a carência de uma política institucional contínua e estruturada de formação docente constitui um dos principais obstáculos à implementação de metodologias inovadoras, efetivação da interdisciplinaridade e consolidação de currículos integradores.

Apesar do reconhecimento, por parte da instituição, da importância da formação pedagógica, os participantes indicam que as ações desenvolvidas ainda são pontuais, pouco articuladas entre si e centradas na lógica da capacitação técnica. Como observou uma das gestoras:

A gente até faz ações formativas, mas são muito isoladas. Não há uma política contínua, com foco na mudança cultural da prática docente (E13-GESTORA).

A ausência de um projeto pedagógico institucional claro e compartilhado é apontada como um dos fatores que mantêm a cultura pedagógica marcada pelo tecnicismo e fragmentação disciplinar. Muitos docentes formados em áreas técnicas chegam ao magistério sem preparo pedagógico e permanecem reproduzindo modelos de ensino baseados na transmissão de conteúdo:

Os professores não têm base pedagógica. Vêm da engenharia, da técnica, e continuam ensinando como aprenderam: quadro, fórmula e exercício (E04-COORD).

Essa cultura é reforçada por uma lógica institucional que valoriza mais o domínio técnico do que a reflexão crítica sobre o ato educativo. Os processos avaliativos, por exemplo, ainda privilegiam o controle do conteúdo e a produtividade individual, em detrimento de práticas colaborativas, avaliativas e formativas:

Falta incentivo para o professor inovar. O sistema valoriza quem publica, quem entrega disciplina, mas não quem pensa o ensino com o outro (E14-GESTORA).

Freire (1996, 2019) e Perrenoud (2002) destacam que o desenvolvimento profissional docente não se resume a treinamentos pontuais, mas deve envolver processos reflexivos, coletivos e contínuos de reconstrução da prática. Isso implica criar espaços institucionais permanentes de diálogo, planejamento e avaliação, o que ainda é frágil na estrutura atual dos cursos de Engenharia do IFCE. Estudos recentes também evidenciam que a formação pedagógica continuada tem potencial transformador sobre a atuação docente, especialmente quando articulada às demandas reais do contexto escolar e à construção coletiva do saber pedagógico (Andrade, 2023).

Apesar das dificuldades, os dados revelam a presença de docentes comprometidos com a transformação da prática e conscientes das limitações do modelo vigente. No entanto, esses esforços, muitas vezes, enfrentam resistência e falta de apoio institucional:

Há muitos colegas que querem mudar, que tentam fazer diferente, mas sem uma rede de apoio, tudo vira esforço individual (E09-DOCENTE).

Dessa forma, a análise demonstra que a consolidação de uma cultura pedagógica transformadora nos cursos de Engenharia depende diretamente da valorização da docência como dimensão política e intelectual, da construção de programas institucionais de formação continuada e da reconfiguração dos espaços institucionais que sustentam a prática educativa.

5.3.2.6 Considerações finais sobre as entrevistas com os gestores

A escuta qualificada com coordenadores, gestores e docentes dos cursos de Engenharia do IFCE revelou um conjunto expressivo de percepções que ajudam a compreender as dinâmicas institucionais que tensionam ou sustentam a formação atual. A análise temática das entrevistas demonstrou que, embora haja um discurso consolidado em torno de princípios, como formação por competências, inovação, extensão e integração com o território, a realidade formativa ainda está profundamente ancorada em modelos tradicionais, disciplinarizados e desarticulados, o que é consistente com diagnósticos recentes sobre os desafios da educação em Engenharia no Brasil (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2024).

Quatro grandes temas estruturaram os sentidos atribuídos à formação: (1) a dificuldade de efetivar uma aprendizagem por competências em contextos de ensino fragmentado; (2) a presença desigual da inovação pedagógica e metodológica, muitas vezes limitada a experiências isoladas e sem apoio institucional; (3) a curricularização da extensão ainda frágil e pouco

territorializada; (4) a ausência de políticas estruturantes de formação docente que possibilitem a transformação das práticas pedagógicas. Esses elementos revelam uma dissonância entre o que se declara nos documentos e o que se concretiza na vida institucional dos cursos, evidenciando o que Tonini (2007) chama de distanciamento entre as proposições das DCN e a efetividade das mudanças no cotidiano acadêmico.

As falas dos participantes indicam que os obstáculos enfrentados não decorrem apenas de carências técnicas ou operacionais, mas de uma cultura institucional que ainda resiste à mudança e à problematização da prática. Há um reconhecimento das fragilidades, mas também um desejo de transformação, por parte de alguns sujeitos, o que sinaliza um campo de possibilidades para a construção de percursos mais integradores, reflexivos e dialógicos, em consonância com a literatura que defende uma abordagem crítica e reflexiva na análise temática.

Com base nessa escuta, é possível afirmar que os currículos analisados não operam, em sua maioria, segundo uma lógica integrada, territorializada ou centrada no protagonismo estudantil. Ao mesmo tempo, percebe-se que existem iniciativas, discursos e sujeitos que apontam caminhos possíveis para superar esse modelo. A próxima seção busca justamente articular os achados dessa etapa com os resultados da análise das diretrizes curriculares e dos projetos pedagógicos, por meio de uma triangulação crítica que permita aprofundar o diagnóstico e sustentar as bases para a proposta de intervenção apresentada nos capítulos finais desta tese.

5.4 Conexões entre teoria, currículo e realidade institucional

A complexidade da formação em Engenharia exige uma leitura articulada entre múltiplas dimensões do processo formativo: o que é prescrito pelas diretrizes nacionais e referenciais institucionais, o que se materializa nos PPCs e o que é vivido, percebido e interpretado pelos sujeitos diretamente envolvidos com a gestão e a docência. Esta seção realiza uma triangulação crítica entre esses três níveis de análise, fundamentada na ATR desenvolvida nas seções anteriores, com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre os sentidos e tensões que atravessam os currículos de Engenharia no IFCE, evidenciando convergências, lacunas e possibilidades de inovação pedagógica.

A triangulação é compreendida, aqui, não como mera sobreposição de dados, mas enquanto estratégia interpretativa que permite evidenciar o descompasso entre o currículo idealizado (prescrito), o currículo instituído e o currículo experienciado (vivido). Fundamentada em uma abordagem crítica e dialógica do currículo (Ramos, 2014; Frigotto,

2007; Ciavatta, 2010), a análise busca construir inteligibilidade sobre os atravessamentos políticos, institucionais e pedagógicos que conformam a formação dos engenheiros no âmbito da Rede Federal. O uso da ATR, conforme Braun e Clarke (2019), potencializa a densidade interpretativa, ao valorizar a reflexividade do pesquisador e o confronto entre diferentes perspectivas, promovendo uma leitura crítica e situada dos dados.

A seção está organizada em quatro partes:

- I. 5.4.1 Pressupostos teórico-metodológicos da triangulação: fundamentação epistemológica e metodológica da estratégia de triangulação, destacando seu caráter interpretativo e crítico;
- II. 5.4.2 Convergências entre os três blocos de análise: identificação dos pontos de encontro entre currículo prescrito, instituído e vivido, que podem servir de base para propostas integradoras;
- III. 5.4.3 Contradições e lacunas institucionais observadas: análise das tensões, resistências e descompassos que dificultam a efetivação de uma formação crítica, integrada e territorializada;
- IV. 5.4.4 Pistas emergentes para uma proposta de reorganização curricular integrada: apresentação dos caminhos e tendências identificados a partir da triangulação, servindo de base para a proposta de intervenção pedagógica a ser detalhada na sequência da tese.

A abordagem adotada nesta seção está em sintonia com os objetivos centrais da tese, que propõe analisar como a integração entre ensino ágil e educação empreendedora pode contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI, a partir da formação docente como eixo estruturante de práticas pedagógicas inovadoras. Ao articular teoria, currículo e realidade institucional, a triangulação crítica aqui desenvolvida busca não apenas mapear convergências e contradições, mas também fundamentar propostas concretas para a reorganização curricular e transformação da cultura pedagógica nos cursos de Engenharia do IFCE.

5.4.1 Pressupostos da triangulação e fundamentos teórico-metodológicos

A triangulação, neste trabalho, é compreendida como uma estratégia analítica que visa ampliar a compreensão de fenômenos educacionais complexos, articulando diferentes fontes de dados, perspectivas institucionais e níveis de análise. Longe de representar um procedimento técnico voltado apenas à validação de resultados, a triangulação assume, aqui, um caráter

interpretativo, conforme argumenta Mathison (1988), ao permitir o confronto de narrativas, a identificação de convergências e a explicitação de tensões que atravessam o objeto de estudo.

Sua utilidade reside justamente na possibilidade de construir explicações múltiplas, complementares ou até contraditórias, contribuindo para uma leitura crítica da realidade educativa. Nesse sentido, Mathison (1988) ressalta que a triangulação fornece evidências para o pesquisador fazer sentido de fenômenos sociais, mas que o modo como ela é conduzida reflete as visões ontológicas e epistemológicas do pesquisador.

De acordo com Yin (2015), a triangulação, ao integrar diferentes tipos e fontes de evidência empírica, fortalece a robustez e a credibilidade da análise, funcionando como mecanismo de verificação cruzada de eventos e padrões. Tal abordagem se revela particularmente relevante em contextos institucionais marcados por disputas simbólicas e projetos formativos em tensão, como é o caso da formação em Engenharia, onde convivem diretrizes oficiais, práticas consolidadas e percepções divergentes dos sujeitos envolvidos.

Neste estudo, a triangulação assume a forma de articulação entre três planos distintos, porém interdependentes: o currículo prescrito (documentos legais e normativos, como as DCN e o Documento Norteador das Engenharias), o currículo instituído (materializado nos PPCs) e o currículo vivenciado e percebido (expressado nas falas de gestores, coordenadores e docentes). Essa configuração é coerente com o que Mathison (1988) denomina triangulação de dados e perspectivas, na qual diferentes tipos de evidência são mobilizados para iluminar um fenômeno educacional, a partir de múltiplos ângulos.

A fundamentação epistemológica da triangulação, nesse contexto, ancora-se em uma abordagem crítica e dialógica do currículo, que entende a formação como processo historicamente situado, condicionado por fatores políticos, institucionais e culturais (Ramos, 2014; Ciavatta, 2010; Frigotto, 2007). A triangulação não busca homogeneizar os dados ou chegar a uma verdade única, mas revelar os atravessamentos estruturais, as contradições internas e as possibilidades de reinvenção pedagógica que emergem das práticas e discursos institucionais. Como afirmam Braun e Clarke (2019), em pesquisas qualitativas reflexivas, a triangulação pode ser usada para tensionar sentidos e enriquecer a análise, ampliando sua densidade interpretativa.

Desse modo, a triangulação proposta opera como ferramenta metodológica e política, capaz de evidenciar os nós estruturantes que limitam ou potencializam a reorganização dos currículos de Engenharia no IFCE. A análise que se segue apresenta os resultados desse cruzamento crítico, organizados em três blocos: as convergências entre os níveis de análise (5.4.2), as contradições e lacunas institucionais (5.4.3) e, por fim, as pistas emergentes para

uma inovação curricular integrada (5.4.4), que serão aprofundadas na seção seguinte, voltada à proposta de intervenção pedagógica.

5.4.2 *Convergências entre os três níveis de análise*

Apesar das assimetrias e lacunas observadas entre o currículo prescrito, o instituído e o vivenciado, a triangulação realizada nesta pesquisa também revelou pontos de convergência importantes, indicando a existência de princípios formativos compartilhados nos discursos normativos, nos documentos institucionais e nas percepções dos sujeitos entrevistados. Essas convergências não significam homogeneidade, mas apontam para uma base comum de valores e diretrizes que pode ser mobilizada como ponto de partida para a reorganização curricular nos cursos de Engenharia do IFCE.

Um primeiro ponto de convergência se refere à valorização da formação por competências. Tanto nas DCN quanto nos PPC analisados e depoimentos dos entrevistados, há consenso de que a formação do engenheiro contemporâneo deve ir além do domínio técnico, incorporando competências socioemocionais, éticas, comunicacionais, empreendedoras e investigativas (Brasil, 2019).

A adoção da formação por competências é vista como diferencial para aproximar o ensino da realidade do mercado de trabalho e formar profissionais mais preparados para atuar em contextos complexos e dinâmicos. Embora a efetivação dessa diretriz ainda enfrente limites no cotidiano dos cursos, os dados apontam que ela é reconhecida como desiderato formativo por todos os níveis analisados.

Outro ponto de convergência diz respeito ao reconhecimento da importância da extensão como componente integrador do currículo. A exigência normativa dos 10% de carga horária destinada à extensão da Resolução CNE/CES nº 7/2018 aparece como fator de pressão para a reconfiguração curricular, mas também como oportunidade pedagógica para fortalecer a articulação com o território e os problemas sociais reais. Entrevistados de diferentes funções reconheceram a extensão como espaço privilegiado para integrar ensino, pesquisa e ação social, mesmo quando ainda não plenamente concretizada nos PPCs.

A necessidade de inovação pedagógica também foi reafirmada nos três níveis. Os documentos oficiais defendem metodologias ativas, aprendizagem baseada em problemas e práticas interdisciplinares – os PPCs já incorporam, ainda que timidamente, algumas dessas propostas e os sujeitos entrevistados demonstraram, em sua maioria, abertura à mudança e ao aprimoramento da prática docente. Há, portanto, uma convergência discursiva em torno da

inovação como valor formativo e institucional, ainda que os caminhos para sua implementação permaneçam fragmentados.

Assim, a triangulação também revelou um reconhecimento coletivo da centralidade do protagonismo discente na formação, mesmo que ainda pouco concretizado. Todos os níveis analisados sinalizam a importância de que o estudante de Engenharia seja um sujeito ativo no processo de aprendizagem, capaz de tomar decisões, propor soluções e se vincular a realidades diversas, por meio de projetos e experiências práticas.

Essas convergências indicam a existência de um horizonte comum de transformação possível, que pode servir de base para a construção de propostas mais integradas, coerentes e territorializadas. Elas não anulam as contradições identificadas, mas indicam pontos de apoio para pensar intervenções viáveis e dialogadas com os diferentes setores institucionais.

5.4.3 *Contradições e lacunas institucionais*

A triangulação entre os documentos normativos, os PPCs e os discursos dos sujeitos institucionais revelou, além das convergências, contradições profundas e lacunas estruturais que limitam a efetivação de uma formação em Engenharia crítica, integrada e socialmente comprometida. Essas contradições não dizem respeito apenas à ausência de articulação entre os níveis analisados, mas refletem disputas de concepção, resistências culturais e assimetrias institucionais que perpassam os processos formativos.

Uma primeira contradição marcante diz respeito à disparidade entre os discursos normativos e a cultura pedagógica vigente. Enquanto as DCN e o Documento Norteador das Engenharias enfatizam a interdisciplinaridade, a aprendizagem ativa e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, os PPCs ainda apresentam estruturas curriculares fortemente compartimentalizadas, organizadas em disciplinas técnicas estanques. As falas dos entrevistados confirmam que essa estrutura dificulta a construção de percursos formativos integradores e contribui para a fragmentação da experiência discente, como evidenciado também por Carvalho (2001) e Tonini (2007):

Cada professor defende seu conteúdo, sua disciplina, e isso dificulta qualquer articulação maior (E04-COORD).

Outra tensão significativa se refere à curricularização da extensão. Embora prevista legalmente e mencionada nos PPCs, a extensão ainda é, em grande parte, tratada como

componente paralelo ou enquanto exigência burocrática. Há pouca clareza sobre sua integração efetiva ao currículo, e as ações extensionistas costumam depender de iniciativas individuais:

A extensão acontece, mas de forma isolada. Falta uma política institucional que integre ensino, extensão e território (E02-GESTORA).

A formação docente também aparece como uma lacuna estrutural. Enquanto os documentos institucionais pressupõem um docente inovador, reflexivo e interdisciplinar, os entrevistados relatam que a maioria dos professores chega aos cursos com formação técnica e pouca bagagem pedagógica. Além disso, há ausência de políticas contínuas de desenvolvimento profissional.

Essa dissonância entre o perfil docente idealizado e as condições reais de atuação repercute diretamente na prática pedagógica e na resistência a mudanças, especialmente no desenvolvimento de competências relacionadas à inovação, como a capacidade de propor metodologias ativas, articular extensão ao currículo e conduzir projetos integradores em parceria com a comunidade, como evidenciam pesquisas recentes sobre formação pedagógica de professores engenheiros (Bonilaure; Resende, 2013). O depoimento a seguir sintetiza essa percepção dos participantes:

O professor é cobrado para inovar, mas ninguém prepara ele para isso. É cada um por si (E06-DOCENTE).

Nessa mesma direção, identificou-se um descompasso entre o que os documentos propõem, em termos de protagonismo estudantil e gestão do tempo formativo, e a realidade institucional evidenciada nos PPCs e entrevistas. A triangulação entre normativas, projetos pedagógicos e depoimentos dos participantes mostra que a carga horária elevada, a rigidez das matrizes curriculares e a pouca flexibilidade dificultam a atuação dos estudantes em projetos de pesquisa, extensão e inovação. Embora os PPCs reconheçam a importância do protagonismo discente, a estrutura curricular, muitas vezes, inviabiliza na prática, como expressa a fala da gestora:

O estudante tem que cumprir um percurso muito apertado, com pouca margem para escolher ou experimentar algo novo (E08-GESTORA).

Essas contradições, evidenciadas pela leitura conjunta dos documentos e das falas, revelam tensões entre diferentes modelos de formação em disputa: de um lado, uma concepção crítica, integrada e territorializada, de outro, um modelo técnico, conteudista e reprodutivo ainda profundamente enraizado. A superação dessas lacunas exige ações institucionais

articuladas, mas também mudanças culturais e epistemológicas no modo como se concebe o currículo e a prática pedagógica na Engenharia.

5.4.4 *Pistas emergentes para inovação curricular integrada*

A triangulação realizada entre os documentos normativos, os projetos pedagógicos e as falas dos sujeitos institucionais revelam, para além das contradições, um conjunto de pistas que indicam possibilidades reais de reorganização curricular nos cursos de Engenharia. Essas pistas não se apresentam como soluções prontas, mas como tendências recorrentes que emergem das análises e apontam direções formativas desejáveis, possíveis e politicamente implicadas.

Entre essas pistas, destaca-se o reconhecimento, nos três níveis analisados, da necessidade de construir itinerários formativos mais integradores, que articulem extensão, inovação e impacto social ao longo do percurso acadêmico. Essa articulação é vista como condição para promover o protagonismo estudantil, a conexão com o território e o desenvolvimento de competências para o século XXI (Trilling; Fadel, 2009; Brasil, 2019).

Os dados indicam que os currículos atuais, ainda que possuam elementos declarativos nessa direção, carecem de estrutura pedagógica concreta que sustente tais objetivos, o que é corroborado por experiências nacionais e internacionais de inovação curricular em Engenharia (Ogashawara; Kato; Francisco, 2012).

Com base nessas discussões, uma proposta que emergiu com força nas entrevistas, sobretudo quando os participantes foram instigados a refletir sobre possibilidades de reorganização pedagógica, foi a criação de três disciplinas estratégicas distribuídas ao longo da jornada formativa. Essa proposta, apoiada por diversos entrevistados, visa dar forma institucional a uma trajetória pedagógica coerente, vinculada à extensão e à resolução de problemas reais. Em vez de depender apenas de iniciativas pontuais, ela organiza o percurso formativo em etapas sucessivas, nas quais o estudante é progressivamente inserido em contextos de pesquisa, inovação e intervenção social.

Seria uma sacada muito bacana. O aluno começa vendo o que existe e se anima. No meio ele já pode atuar com algo real, social, e no final aplicar tudo em um desafio concreto. (E13-GESTORA).

A ideia consiste em três momentos curriculares articulados:

- I. Início do curso: uma disciplina integrada ou acoplada à Introdução à Engenharia, voltada à sensibilização do estudante para o ecossistema de inovação, empreendedorismo, extensão e pesquisa institucional;

- II. Meio do curso: uma disciplina voltada à gestão de projetos, com foco social e territorial e aproveitamento da carga horária destinada à extensão (Brasil, 2018);
- III. Final da jornada: uma disciplina integradora voltada à resolução de problemas reais de empresas, instituições públicas ou demandas comunitárias, também com vínculo à carga de extensão.

No âmbito desta tese, essa trilha é assumida como diretriz estruturante da proposição curricular, pois integra ensino, pesquisa e extensão em diferentes fases do curso e fortalece o protagonismo discente na interface com os territórios de atuação da Engenharia.

Essa proposta responde diretamente às lacunas identificadas: permite a aplicação concreta das diretrizes curriculares, promove a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, estrutura o protagonismo estudantil e contribui para a superação da fragmentação disciplinar. Iniciativas semelhantes têm sido relatadas em experiências de inovação curricular em Engenharia, tanto no Brasil quanto no exterior, com resultados positivos para a integração de saberes, o desenvolvimento de competências e a aproximação com demandas reais da sociedade (Lourenço; Cardoso Junior, 2022).

Sua institucionalização, entretanto, exige planejamento curricular, formação docente e apoio das instâncias decisórias, aspectos discutidos na literatura sobre inovação curricular e formação de professores universitários, que ressaltam a necessidade de rupturas paradigmáticas e de ambientes colaborativos para a consolidação de mudanças estruturais (Xavier; Azevedo; Carrasco 2019).

As pistas emergentes identificadas nessa triangulação dialogam diretamente com as tendências e experiências institucionais analisadas na seção 3.6. O *benchmarking* internacional e nacional, apresentado anteriormente, demonstra que propostas, como a institucionalização de disciplinas integradoras, projetos reais, extensão curricularizada e trilhas interdisciplinares, já vêm sendo implementadas com êxito em instituições, como TU Delft, MIT, Olin College, Crandall, IFES e UFABC. Essas experiências reforçam que a efetividade da inovação curricular depende de planejamento institucional, formação docente sistemática e apoio das instâncias decisórias, legitimando e atualizando a proposta defendida para o IFCE.

Assim, as pistas aqui apresentadas se consolidam como eixos de transformação possíveis: a construção de percursos formativos integradores, a valorização da extensão como princípio educativo, o fortalecimento da cultura docente colaborativa e o desenvolvimento de espaços curriculares voltados à atuação em contextos reais. São essas direções que fundamentam, a seguir, a proposta de aperfeiçoamento da jornada acadêmica do engenheiro defendida nesta tese.

5.5 Implicações para a proposta de intervenção pedagógica

A análise desenvolvida ao longo deste capítulo evidenciou um conjunto de lacunas estruturais e contradições que atravessam a formação nos cursos de Engenharia do IFCE, mas também revelou pistas importantes para a construção de propostas pedagógicas integradoras, inovadoras e socialmente comprometidas. A triangulação crítica entre os documentos normativos, os PPCs e as percepções dos sujeitos institucionais, realizada à luz dos referenciais sobre formação omnilateral, competências para o século XXI e educação empreendedora, destacou a necessidade de uma reorganização do currículo que supere a fragmentação disciplinar, articule ensino, pesquisa e extensão e promova o protagonismo estudantil, por meio de experiências formativas territorializadas.

As implicações pedagógicas extraídas desse diagnóstico vão além de ajustes pontuais nos PPCs: apontam para a necessidade de percursos curriculares estruturados que materializem a formação por competências, ampliem os espaços de integração entre saberes e favoreçam a vinculação da aprendizagem com problemas reais do território e da sociedade. Nesse sentido, propõe-se como eixo estruturador da intervenção pedagógica a criação de três componentes curriculares articulados ao longo da jornada formativa dos estudantes de Engenharia, capazes de dar concretude às diretrizes analisadas e às demandas formativas evidenciadas pelos dados da pesquisa.

Inspirada pelos princípios da curricularização da extensão (Brasil, 2018), da aprendizagem significativa e por projetos (Trilling; Fadel, 2009) e da pedagogia crítica (Freire, 1996), a proposta consiste em estabelecer uma trilha formativa composta por três disciplinas: uma no início do curso, voltada à sensibilização e ao mapeamento de oportunidades institucionais; uma no meio da jornada, centrada na gestão de projetos de impacto social, com base em metodologias ativas; e uma no final, destinada à resolução de problemas reais de empresas e instituições externas. Essa trilha visa garantir coerência pedagógica, continuidade didática e inserção territorial, sendo pensada não como ação periférica, mas como parte estruturante do currículo dos cursos.

Cabe ressaltar que essa proposta está em sintonia com as tendências identificadas no *benchmarking* nacional e internacional apresentadas na seção 3.6, que evidenciam a efetividade de percursos curriculares integradores, projetos reais e extensão como eixo formativo em instituições de referência. A análise dos dados empíricos e das experiências institucionais reforça que a inovação curricular exige não apenas mudanças formais, mas também o fortalecimento da cultura docente colaborativa e o engajamento institucional em processos de

transformação pedagógica. Assim, esta seção consolida o percurso analítico do capítulo 5 e fundamenta, conceitual e empiricamente, a proposta de intervenção pedagógica, estabelecendo a ponte entre o diagnóstico qualitativo e a etapa quantitativa que será detalhada a seguir.

Além disso, a proposta foi submetida a uma escuta ampliada junto a, aproximadamente, cento e cinquenta estudantes e trinta professores do IFCE, por meio de questionários estruturados em escala *Likert*. Os resultados dessa etapa serão apresentados no Capítulo 6, dedicado à análise quantitativa dos dados coletados. Essa etapa visa aprofundar a compreensão sobre a aderência e o potencial de institucionalização das dimensões inovadoras propostas para a formação em Engenharia, complementando o diagnóstico qualitativo e ampliando a robustez dos dados, por meio de técnicas estatísticas apropriadas.

As análises qualitativas e documentais desenvolvidas no capítulo anterior evidenciaram lacunas estruturais e pistas de reorganização curricular nos cursos de Engenharia do IFCE, especialmente no que diz respeito à formação por competências, à curricularização da extensão, à inovação pedagógica e à formação docente. Complementando esse movimento interpretativo, este capítulo apresenta as percepções quantitativas de estudantes e docentes sobre competências do século XXI, extensão e inovação na formação em Engenharia, oferecendo um panorama ampliado que reforça e aprofunda os achados da triangulação anterior.

6 PERCEPÇÕES QUANTITATIVAS SOBRE COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI, EXTENSÃO E INOVAÇÃO NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO IFCE

Dando continuidade ao diagnóstico aprofundado da formação em Engenharia desenvolvido nesta tese, este capítulo apresenta e discute os resultados da etapa quantitativa da pesquisa, articulando-os criticamente com os achados qualitativos e o referencial teórico. A investigação foi conduzida através da aplicação de questionários estruturados em escala *Likert* com estudantes e docentes dos cursos de Engenharia do IFCE, com o objetivo de analisar, de modo sistemático e comparativo, as percepções institucionais acerca de múltiplas dimensões formativas: o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, a integração entre ensino, extensão e inovação, o uso de metodologias ágeis no ensino e, de maneira mais específica, a avaliação de uma proposta preliminar de trilha formativa composta por três componentes curriculares distribuídos ao longo do curso.

A estratégia metodológica adotada neste capítulo reforça o compromisso com a triangulação de métodos e fontes, característica de pesquisas de excelência internacional em educação em Engenharia (Creswell, 2007). Ao combinar instrumentos quantitativos e qualitativos, amplia-se a validade interpretativa da pesquisa e se aprofunda a compreensão sobre os desafios, potencialidades e resistências que permeiam a formação dos engenheiros no contexto da Rede Federal. Essa abordagem evidencia a centralidade da escuta institucional e da análise crítica na construção de propostas inovadoras e replicáveis para o ensino superior brasileiro.

A coleta de dados envolveu, aproximadamente, cento e cinquenta estudantes e trinta docentes, abrangendo diferentes áreas da Engenharia e experiências institucionais diversas. Para garantir robustez e comparabilidade, os questionários foram organizados em blocos temáticos, abordando competências para o século XXI, experiências com extensão e inovação, percepções sobre metodologias de ensino e aprendizagem e a avaliação da trilha formativa sugerida.

Os resultados são apresentados em duas etapas: inicialmente, as respostas dos estudantes (seção 6.2) e, em seguida, os dados referentes aos docentes (seção 6.3). Na sequência, as seções finais oferecem uma análise comparativa e integrada, evidenciando convergências, tensões e implicações para os objetivos formativos discutidos ao longo desta tese, preparando o terreno para a análise qualitativa e a intervenção pedagógica detalhada nos capítulos seguintes.

6.1 Objetivos e delineamento metodológico da pesquisa

A etapa quantitativa desta pesquisa foi planejada com o objetivo de analisar a percepção de estudantes e professores dos cursos de Engenharia do IFCE em relação a diferentes dimensões da formação: competências para o século XXI, inovação pedagógica, integração entre ensino, extensão e sociedade, metodologias ágeis no ensino e, de forma mais específica, a proposta de uma trilha formativa composta por três disciplinas articuladas ao longo da jornada acadêmica. O instrumento utilizado foi um questionário estruturado, com escalas do tipo *Likert* de cinco pontos, organizado em blocos temáticos e aplicado de forma *online*.

A escolha pela abordagem quantitativa decorre da necessidade de ampliar a escuta realizada nas análises qualitativas anteriores, alcançando um número mais expressivo de participantes e permitindo identificar padrões de percepção, tendências e variações entre os grupos. Como reforça Creswell (2007), a utilização combinada de métodos qualitativos e quantitativos, por meio da triangulação metodológica, permite não apenas validar os achados, mas também aprofundar a interpretação do fenômeno, oferecendo uma leitura mais robusta e multifacetada dos contextos educacionais analisados.

Dois questionários distintos foram elaborados: um direcionado aos estudantes (APÊNDICE D) e outro aos docentes (APÊNDICE E). Ambos foram compostos por blocos que abordavam: (1) competências e habilidades formativas; (2) experiências com extensão, pesquisa e inovação; (3) percepção sobre metodologias de ensino e aprendizagem; (4) avaliação da proposta de disciplinas sugeridas como eixo estruturante do currículo. Os instrumentos foram previamente avaliados quanto à coerência interna, e os resultados dos estudantes passaram por análise estatística descritiva, fatorial e por TRI, conforme será detalhado na próxima seção.

A aplicação dos questionários ocorreu entre novembro de 2024 e fevereiro de 2025, de forma presencial, com participação voluntária e garantia de anonimato aos respondentes. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos a análises estatísticas descritivas, fatoriais e, no caso dos estudantes, à TRI, com o apoio de *softwares* especializados. Essa etapa permitiu identificar padrões de percepção e avaliar a receptividade da proposta de trilha formativa, a partir de um recorte institucional específico, mas representativo dos desafios enfrentados pela formação em Engenharia na Rede Federal.

A próxima seção apresenta os resultados obtidos junto ao grupo discente, detalhando as médias, padrões de resposta e interpretações por bloco temático.

6.2 Resultados quantitativos com alunos: expectativas, competências e trilha formativa

A análise de dados foi realizada por meio de medidas descritivas (distribuição de frequências e gráficos), análise fatorial exploratória e TRI. O banco de dados foi analisado no *Software R* (Core Team, 2024).

A primeira etapa da análise de dados, referente à estatística descritiva, tem a finalidade de caracterizar os respondentes quanto às questões da parte um do questionário e quanto às vinte e duas proposições afirmativas relacionadas à parte dois do questionário, representando, de maneira objetiva, sintética e compreensível, as informações que estão inseridas no conjunto de dados (Marconi; Lakatos, 1999). Ressalta-se que as vinte e duas proposições afirmativas foram divididas em três blocos:

- I. Competências para o século XXI: proposições de 1 a 10 (*I1, I2, ..., I10*);
- II. Empreendedorismo: proposições 11 a 18 (*I11, I12, ..., I18*);
- III. Metodologias ágeis e aplicação prática: proposições de 19 a 22 (*I19, ..., I22*).

Segundo Hair *et al.* (2019), a aplicação da Análise Fatorial requer uma amostra adequada, com, pelo menos, cinco a dez observações por variável e, preferencialmente, mais de cem casos. As variáveis devem apresentar correlações significativas e o índice KMO deve ser superior a 0,5. Além disso, é necessário evitar multicolinearidade excessiva (correlações acima de 0,9) e garantir a adequação da extração dos fatores, por meio da análise dos autovalores e da variância explicada.

No presente estudo, como o método de extração dos fatores utilizado é a Análise de Componentes Principais, a normalidade não será exigida (Corrar; Paulo; Dias Filho, 2007). Assim, na etapa seguinte, visando a aplicação da Análise Fatorial, foram calculados:

- I. A matriz de correlações de Spearman (1904), a fim de verificar a multicolinearidade entre os itens (afirmações) do questionário;
- II. O KMO, utilizado para avaliar a adequação da amostra para a Análise Fatorial (Kaiser, 1974);
- III. O KMO individual, uma medida de adequação de amostra para cada variável específica, no contexto de uma Análise Fatorial;
- IV. Alpha de Cronbach, uma medida de consistência interna de um conjunto de itens de um teste ou questionário. Ele avalia o grau de correlação entre os itens de uma escala, indicando se eles medem o mesmo conceito ou construto (Cronbach, 1951).

Foram excluídos da Análise Fatorial os itens que apresentaram correlações $|r| = 0,30$ e não foram significativas (*valor p* > 0,05) e obtiveram $KMO \leq 0,80$. O índice KMO varia de 0

a 1,0, sendo que, quanto mais próximo de 1,0, mais apropriada será a amostra à aplicação da Análise Fatorial (Hair *et al.*, 2009). Posteriormente, foi realizada a Análise Fatorial exploratória, utilizando a técnica de extração de fatores, por meio dos componentes principais.

O objetivo desta seção é avaliar o grau de valorização do desenvolvimento de competências do século XXI. Para isso, será utilizada a TRI, uma abordagem estatística que permite modelar a probabilidade de um indivíduo responder a um item com base em suas características e no nível de habilidade latente medido. Neste trabalho, a aplicação da TRI exige que a unidimensionalidade seja atendida, ou seja, que todos os itens do questionário estejam relacionados a um único traço latente.

A unidimensionalidade é verificada quando o primeiro fator explica, pelo menos, 50% da variância total da amostra (Reckase, 1979). Portanto, a exclusão de itens e a extração de fatores realizados a partir da Análise Fatorial visam assegurar que o questionário esteja medindo efetivamente a mesma variável latente, garantindo a validade do modelo da TRI.

Verificada a unidimensionalidade, procedeu-se com a modelagem dos itens, por meio da TRI. Os modelos da TRI são utilizados de acordo com os tipos de dados e objetivos do estudo. Neste trabalho, o traço latente estudado será o grau de valorização do desenvolvimento de competências do século XXI, no qual os itens são politômicos, logo, será trabalhado o Modelo de Escala Gradual (*Rating Scale Model*), uma particularidade do Modelo de Resposta Gradual (*Graded Response Model*).

6.2.1 Caracterização dos respondentes

Participaram do estudo cento e cinquenta e quatro alunos. Na Tabela 1, é apresentada a distribuição de participantes do estudo, de acordo com as variáveis sexo, rede de ensino que cursou a maior parte do Ensino Médio e curso de graduação.

Tabela 1 – Distribuição dos participantes por Sexo, Tipo de Ensino Médio e Curso de Graduação

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	46	29,9
Masculino	108	70,1
Ensino Médio		
Rede Privada	68	44,2
Rede Pública	86	55,8
Curso de Graduação		

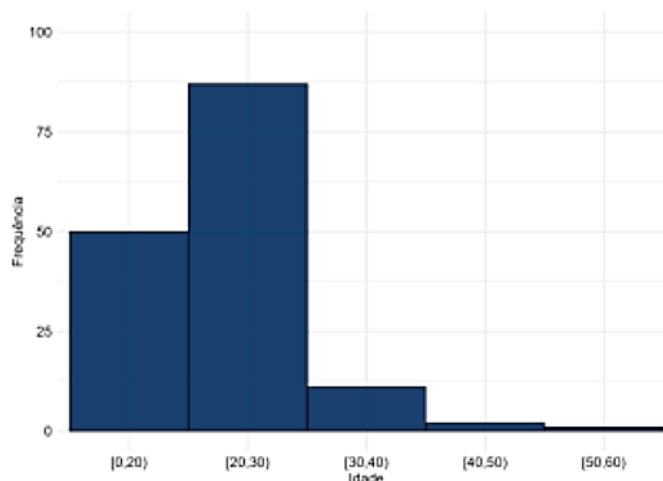
Eng. Ambiental e Sanitária	56	36,4
Eng. Mecânica	62	40,3
Eng. de Controle e Automação	36	23,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que a maioria dos participantes são do sexo masculino (70,1%), enquanto as mulheres representam somente 29,9% da amostra. Quanto ao Ensino Médio, 55,8% dos respondentes estudaram em escolas da rede pública. Em relação à distribuição por curso, verifica-se que a maioria dos participantes estão matriculados em Engenharia Mecânica (40,3%), seguido por Engenharia Ambiental e Sanitária (36,4%) e Engenharia de Controle e Automação (23,4%).

No Gráfico 1, é apresentado o gráfico da idade dos respondentes, em que se observa a concentração de indivíduos nas faixas etárias mais jovens.

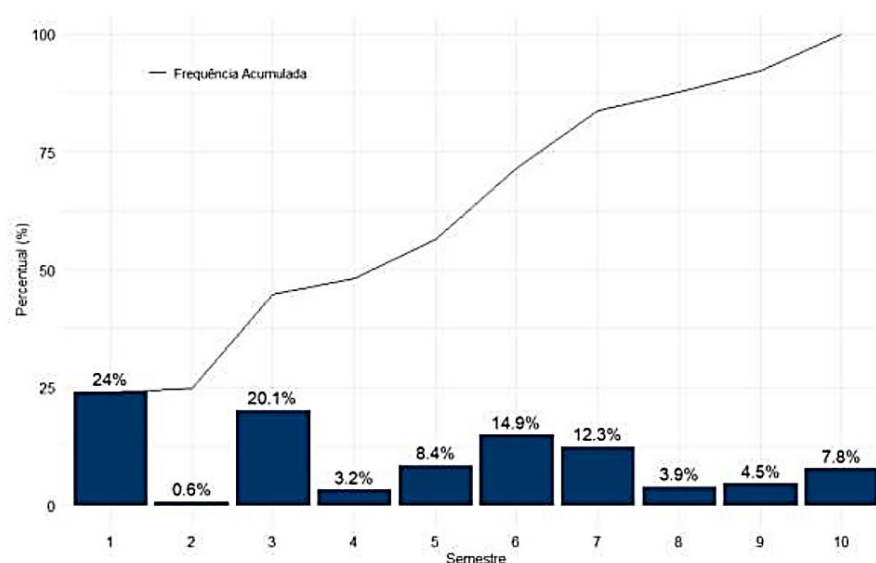
Gráfico 1 – Histograma da idade dos respondentes



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição percentual de participantes por semestre e o percentual acumulado ao longo dos semestres. Observa-se uma maior frequência de respondentes nos semestres iniciais (1º ao 3º), enquanto os semestres mais avançados (do 8º ao 10º) possuem porcentagens menores. Aproximadamente 50% cursaram até o 4º semestre, o que indica que a amostra é composta principalmente por estudantes que estão em semestres iniciais do curso, com uma redução progressiva, à medida que os semestres avançam.

Gráfico 2 – Distribuição das frequências relativas e acumuladas dos respondentes por semestre



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao contato com empreendedorismo no Ensino Médio, e se já cursou disciplinas de empreendedorismo e de gestão de projetos na graduação, 59,7% dos participantes declararam não ter tido contato com o empreendedorismo, 61,0% dos respondentes não cursaram a disciplina de empreendedorismo, enquanto 38,3% a cursaram, e a grande maioria (90,9%) não teve contato com a disciplina de gestão de projetos (Tabela 2).

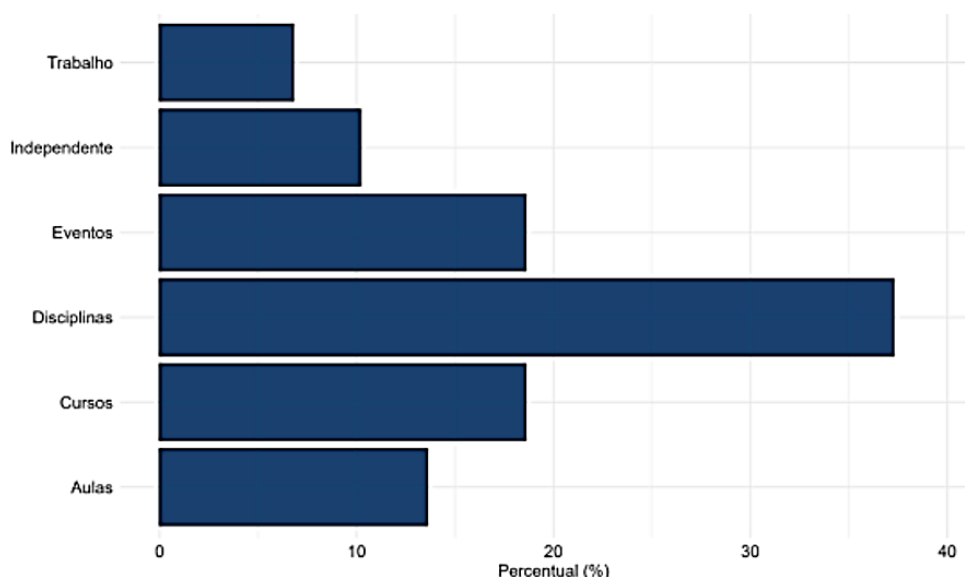
Tabela 2 – Contato com empreendedorismo e disciplinas relacionadas

Variável	n	%
Contato com Empreendedorismo		
Não	92	59,7
Sim	59	38,3
Prefiro não responder	3	2,0
Disciplina de Empreendedorismo		
Não	94	61,0
Sim	59	38,3
Prefiro não responder	1	0,6
Disciplina de Gestão de Projetos		
Não	140	90,9
Sim	12	7,8
Prefiro não responder	2	1,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre os que tiveram contato com empreendedorismo, a maioria se deu em disciplinas, eventos e cursos dos quais participou (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Meios de contato com empreendedorismo no Ensino Médio



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.2 Análise descritiva dos itens

A Tabela 3 apresenta a distribuição do grau de concordância dos participantes em relação à valorização de competências acadêmicas e profissionais durante sua formação.

Tabela 3 – Distribuição do grau de concordância em relação ao desenvolvimento de competências acadêmicas e profissionais

Itens	Grau de Concordância				
	1	2	3	4	5
1. Acredito que é importante desenvolver habilidades de comunicação eficaz (escrita e verbal) durante os meus estudos.	4 (2,6%)	-	2(1,3%)	17 (11,1%)	130 (85,0%)
2. Sinto que as competências de colaboração são fundamentais para o meu sucesso acadêmico e profissional.	4 (2,6%)	-	5 (3,3%)	44 (28,8%)	100 (65,4%)
3. Acredito que resolver problemas complexos é uma habilidade importante que devo adquirir durante a minha formação.	3 (2,0%)	1 (0,7%)	8 (5,2%)	31 (20,3%)	110 (71,9%)
4. Considero importante ser criativo e inovador em meus estudos e futura carreira.	3 (2,0%)	1 (0,7%)	8 (5,2%)	34 (22,2%)	107 (69,9%)
5. Sinto-me motivado(a) a desenvolver habilidades de liderança durante os meus estudos.	6 (3,9%)	15 (9,7%)	33(21,4%)	48 (31,2%)	52 (33,8%)
6. Acredito que o pensamento crítico e a análise são essenciais para enfrentar os desafios do mundo atual.	3 (1,9%)	-	6 (3,9%)	20 (13,0%)	125 (81,2%)
7. Sinto que devo aprender a me adaptar a mudanças no ambiente de trabalho desde cedo.	3 (2,0%)	1 (0,7%)	10 (6,6%)	31 (20,4%)	107 (70,4%)

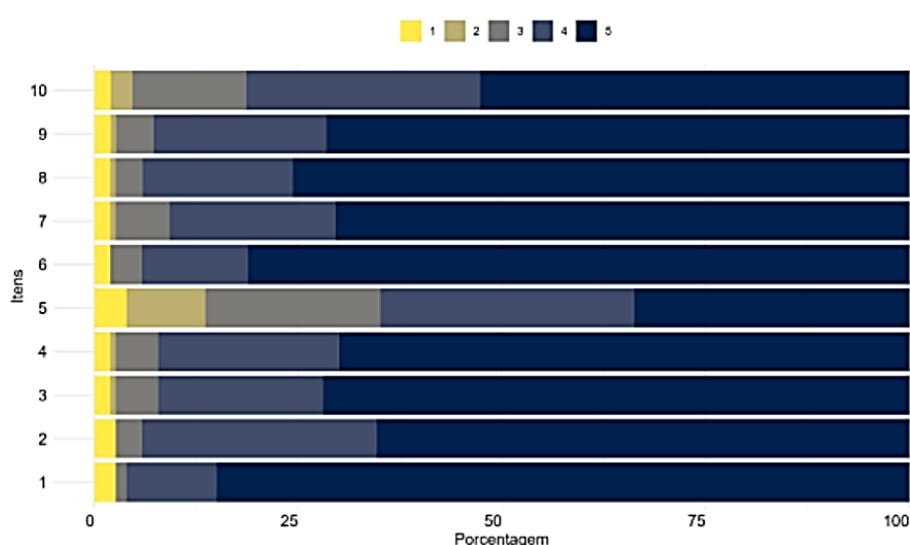
8. Considero importante gerenciar meu tempo e priorizar tarefas para ter sucesso nos estudos e na carreira.	3 (2,0%)	1 (0,7%)	5 (3,3%)	28 (18,4%)	115 (75,7%)
9. Acredito que é crucial colaborar efetivamente com pessoas de diferentes origens e culturas.	3 (2,0%)	1 (0,7%)	7 (4,6%)	32 (21,2%)	108 (71,5%)
10. Estou motivado(a) a desenvolver as competências do século XXI durante minha jornada acadêmica.	3 (2,0%)	4 (2,7%)	21 (14,0%)	43 (28,7%)	79 (52,7%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos respondentes demonstrou forte concordância (grau 5) com a relevância de habilidades, como comunicação eficaz (85,0%), colaboração (65,4%), resolução de problemas complexos (71,9%) e pensamento crítico (81,2%). Além disso, a capacidade de adaptação a mudanças (70,4%) e a gestão do tempo (75,7%) também foram amplamente reconhecidas como essenciais. A motivação para desenvolver habilidades de liderança apresentou maior dispersão, com apenas 33,8% dos participantes indicando forte concordância.

Esses resultados sugerem que, embora a maioria dos estudantes valorize o aprimoramento de competências do século XXI, algumas habilidades, como liderança, podem demandar maior incentivo para seu desenvolvimento. Para uma melhor visualização desses resultados, no Gráfico 4 é apresentada a distribuição percentual dos graus de concordância dos itens.

Gráfico 4 – Grau de concordância em relação ao desenvolvimento de competências acadêmicas e profissionais



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 4 apresenta a distribuição das respostas dos participantes quanto à percepção sobre o alinhamento do currículo de Engenharia com as demandas do século XXI e a importância do empreendedorismo como competência essencial.

Tabela 4 – Grau de concordância sobre o currículo e questões relacionadas ao empreendedorismo

Itens	Grau de concordância				
	1	2	3	4	5
11. Sinto que o currículo atual do curso de Engenharia está alinhado com as demandas do século XXI.	16 (10,5%)	36 (23,5%)	58 (37,9%)	29 (19,0%)	14 (9,2%)
12. Na sua opinião, o quão importante é o empreendedorismo como competência para o século XXI?	1 (0,7%)	4 (2,7%)	14 (9,5%)	50 (33,8%)	79 (53,4%)
13. Você concorda que o empreendedorismo é relevante apenas para aqueles que desejam ter seu próprio negócio?	34 (22,1%)	65 (42,2%)	21 (13,6%)	11 (7,1%)	23 (14,9%)
14. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância das empresas juniores ligadas à minha graduação?	31 (20,4%)	40 (26,3%)	45 (29,6%)	25 (16,4%)	11 (7,2%)
15. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de uma Incubadora de empresas disponível na instituição?	39 (26,2%)	47 (31,5%)	39 (26,2%)	16 (10,7%)	8 (5,4%)
16. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de um programa como o Enactus?	37 (25,5%)	33 (22,8%)	36 (24,8%)	16 (11,0%)	23 (15,9%)
17. Você ficaria mais motivado a participar de movimentos como Empresa Júnior, Programa de Incubação de empresas/ideias ou Grupo Enactus se pudesse aproveitar como carga horária complementar?	5 (3,3%)	3 (2,0%)	19 (12,7%)	49 (32,7%)	74 (49,3%)
18. Você acha que uma disciplina no início da graduação que forneça informações sobre como Empresa Júnior, Programa de Incubação de empresas/ideias ou Grupo Enactus deveria ser incluída no início do curso?	7 (4,6%)	6 (3,9%)	24 (15,8%)	39 (25,7%)	76 (50,0%)

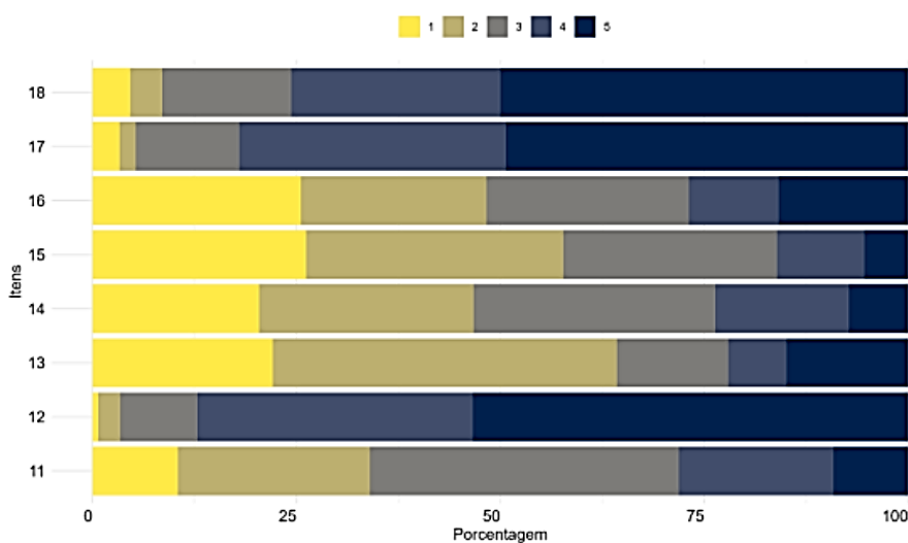
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que 37,9% dos respondentes manifestaram neutralidade quanto ao currículo atual do curso de Engenharia estar alinhado com as demandas do século XXI, enquanto apenas 9,2% o consideram alinhado. No que tange à relevância do empreendedorismo, a maioria (53,4%) reconhece sua importância como competência fundamental. Além disso, a visão de

que o empreendedorismo se restringe àqueles que desejam abrir um negócio não é amplamente aceita, uma vez que 42,2% discordam parcialmente e 22,1% discordam totalmente dessa afirmação. A familiaridade com iniciativas, como empresas juniores, incubadoras e programas como o Enactus, apresenta uma distribuição variada, com percentuais elevados de desconhecimento, indicando oportunidades para maior divulgação e integração dessas iniciativas no ambiente acadêmico.

Por fim, um número expressivo de estudantes (49,3%) demonstrou interesse em participar dessas atividades, caso pudessem ser contabilizadas como carga horária complementar, e metade dos respondentes (50,0%) apoia a inclusão de uma disciplina introdutória sobre o tema no início da graduação. Para uma melhor visualização desses resultados, no Gráfico 5 é apresentada a distribuição percentual dos graus de concordância dos itens.

Gráfico 5 – Grau de concordância sobre o currículo e questões relacionadas ao empreendedorismo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 apresenta a percepção dos estudantes sobre a inclusão de metodologias ágeis e abordagens empreendedoras no ensino de Engenharia.

Tabela 5 – Grau de concordância dos estudantes sobre a integração de metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia

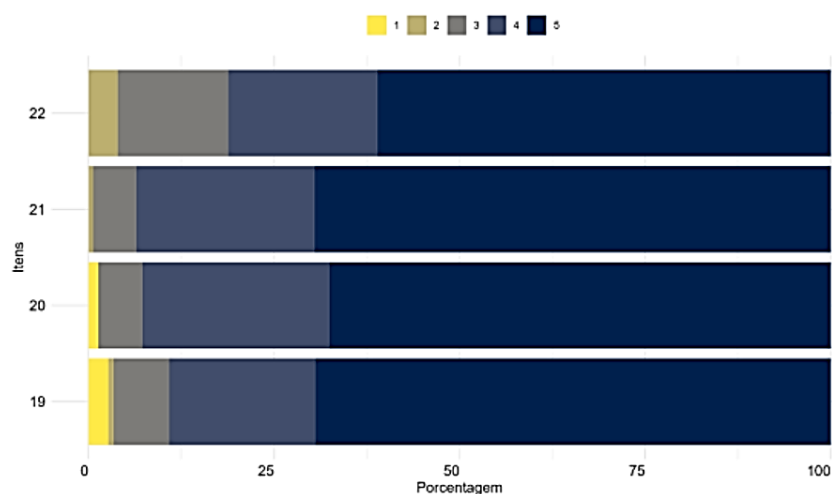
Itens	Grau de concordância				
	1	2	3	4	5
19. Você acredita que é importante ter uma disciplina de gestão de projetos com uso de métodos moderno e alinhados com o mercado atual como a Metodologia de Gestão de Projetos Ágeis Scrum?	4 (2,7%)	1 (0,7%)	11 (7,5%)	29 (19,7%)	102 (69,4%)
20. Você acredita que é importante ter uma disciplina que possa gerar soluções para resolver problemas da comunidade local ou de empresas?	2 (1,3%)	-	9 (6,0%)	38 (25,2%)	102 (67,5%)
21. Acha que a combinação de uma abordagem ágil com a educação empreendedora pode melhorar sua preparação para o mercado de trabalho?	-	1 (0,6%)	9 (5,8%)	37 (24,0%)	107 (69,5%)
22. Você gostaria de ver mais disciplinas que utilizem metodologias ágeis e abordagens empreendedoras?	-	6 (3,9%)	23 (14,9%)	31 (20,1%)	94 (61,0%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que a grande maioria dos respondentes (69,4%) considera essencial a introdução de uma disciplina de gestão de projetos alinhada com metodologias modernas, como o *Scrum*. Além disso, 67,5% dos participantes acreditam ser importante a criação de uma disciplina voltada para a resolução de problemas reais da comunidade ou de empresas. A combinação entre metodologias ágeis e educação empreendedora também é amplamente valorizada, com 69,5% concordando que essa abordagem pode melhorar sua preparação para o mercado de trabalho.

Desse modo, 61,0% dos estudantes manifestaram interesse em ampliar a oferta de disciplinas que utilizem tais metodologias, evidenciando uma demanda por maior integração entre teoria e práticas inovadoras na formação acadêmica. Para uma melhor visualização desses resultados, Gráfico 6 é apresentada a distribuição percentual dos graus de concordância dos itens.

Gráfico 6 – Grau de concordância dos estudantes sobre a integração de metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.3 Pressupostos para aplicação da Análise Fatorial

A matriz de correlações amostrais foi calculada para verificar a multicolinearidade dos itens do questionário (ANEXO B). O teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* apresentou resultado $KMO = 0,86$, o qual é considerado satisfatório para a aplicação da Análise Fatorial nos dados. Contudo, é necessário analisar os valores individuais de KMO para cada item, conforme valores apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de KMO por item

Item	KMO	Item	KMO
1	0,87	12	0,91
2	0,90	13	0,64
3	0,89	14	0,66
4	0,88	15	0,67
5	0,82	16	0,74
6	0,90	17	0,79
7	0,90	18	0,88
8	0,94	19	0,92
9	0,92	20	0,92
10	0,93	21	0,58
11	0,72	22	0,47

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nas correlações e nos valores de KMO, optou-se por excluir da análise os itens 11, 13, 14, 15, 16, 17, 21 e 22. Após a exclusão desses itens, o valor de KMO foi elevado

para 0,92. Ainda, o *alpha* de *Cronbach*, antes da exclusão dos itens, foi de 0,86 e, após a exclusão, o valor foi de 0,92, indicando uma maior consistência interna da escala. Esse aumento reforça a confiabilidade da escala para medir a valorização das competências essenciais dos profissionais do século XXI pelos discentes.

6.2.4 Total da variância explicada

Os fatores foram extraídos utilizando o método dos componentes principais, com base na matriz de correlações amostrais. O modelo explicou 81,23% da variância total, utilizando seis fatores, conforme apresentado na Tabela 7.

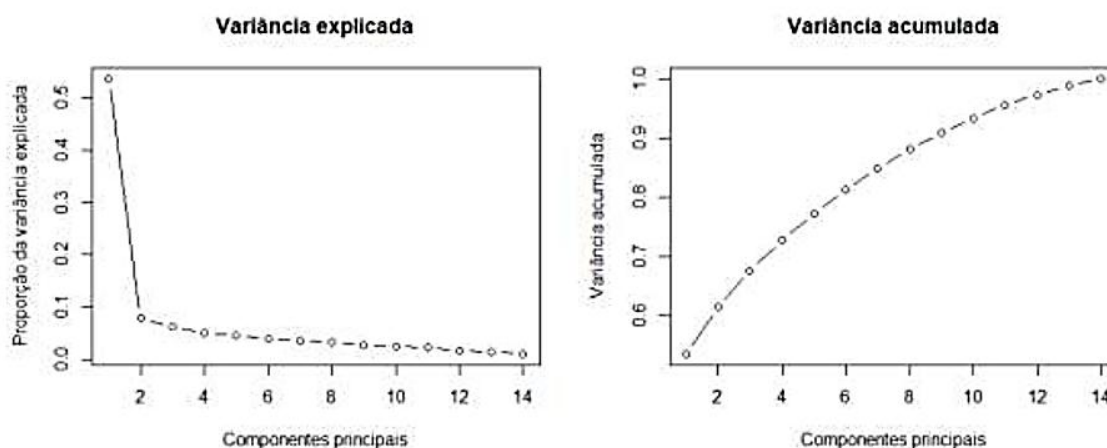
Tabela 7 – Variância explicada pelos fatores

Fatores	% da variância	% da variância acumulada
1	53,54%	53,54%
2	7,92%	61,46%
3	6,20%	67,65%
4	5,01%	72,67%
5	4,61%	77,28%
6	3,95%	81,23%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores das porcentagens da variância acumulada indicam uma unidimensionalidade, uma vez que o primeiro fator explica mais de 50% da variância dos dados (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Explicação da variância pelos fatores



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 8 exibe as cargas fatoriais dos itens analisados na Análise Fatorial, considerando o primeiro fator, dada a confirmação da unidimensionalidade.

Tabela 8 – Cargas fatoriais dos itens na Análise Fatorial no primeiro fator

Item	Cargas fatoriais
1	0,821
2	0,809
3	0,741
4	0,786
5	0,395
6	0,785
7	0,750
8	0,747
9	0,746
10	0,657
12	0,659
18	0,510
19	0,668
20	0,721

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os itens que possuem as maiores cargas fatoriais no Fator 1 estão em destaque na Tabela 8 e são referentes às afirmações:

- I. Item 1: acredito que é importante desenvolver habilidades de comunicação eficaz (escrita e verbal) durante os meus estudos;
- II. Item 2: sinto que as competências de colaboração são fundamentais para o meu sucesso acadêmico e profissional;
- III. Item 4: considero importante ser criativo e inovador em meus estudos e futura carreira;
- IV. Item 6: acredito que o pensamento crítico e a análise são essenciais para enfrentar os desafios do mundo atual.

O Fator 1 agrupa itens relacionados à valorização do desenvolvimento de competências, como comunicação, colaboração e resolução de problemas. Assim, o modelo de TRI unidimensional com resposta gradual foi ajustado. O traço latente, no contexto desta análise, refere-se ao grau de valorização de competências ou habilidades relacionadas à valorização do desenvolvimento pessoal e profissional dos estudantes, como comunicação eficaz, colaboração, resolução de problemas e outras habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e profissional. Esse traço latente é representado pelas respostas dos itens da escala, os quais medem o grau de concordância dos indivíduos com afirmações que avaliam essas competências.

6.2.5 Teoria da Resposta ao Item

Os valores apresentados na Tabela 9 representam os parâmetros de discriminação estimados para cada item no modelo. A discriminação indica o quão bem um item consegue diferenciar indivíduos com diferentes níveis do traço latente medido pela escala. Em outras palavras, a discriminação dos itens reflete o quão eficaz é cada um deles, em diferenciar pessoas com diferentes graus de valorização do desenvolvimento de competências. Por exemplo, um item com alta discriminação seria mais eficaz em distinguir entre um estudante com alto grau de valorização das competências e outro com baixo grau de valorização.

Tabela 9 – Discriminação dos itens do modelo

Itens	Discriminação
20	2,386
1	2,315
12	2,305
4	2,223
2	2,148
7	2,110
6	2,029
10	1,857
8	1,784
9	1,591
19	1,456
3	1,257
18	1,211
5	0,872

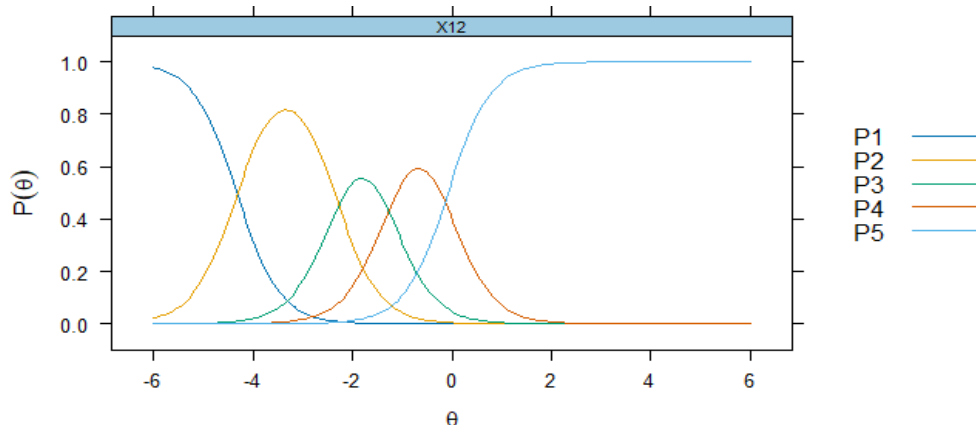
Fonte: Elaborado pelo autor.

Itens, como 20 (2,386), 1 (2,315) e 12 (2,305), possuem valores de discriminação elevados, indicando que são eficazes em identificar diferenças significativas entre os participantes com diferentes níveis de valorização das competências. Por outro lado, itens, como 5 (0,872) e 18 (1,211), apresentam valores de discriminação mais baixos, o que sugere uma capacidade reduzida de distinguir participantes com variados níveis de valorização das competências.

Para uma visualização do poder de discriminação dos itens, os Gráfico 8 e 9 exibem a Curva Característica dos Itens 12 e 3, respectivamente. Esses gráficos ilustram como a probabilidade de uma determinada resposta (P1, P2, P3, P4 ou P5) varia com o traço latente (θ). As curvas coloridas mostram a probabilidade de cada categoria de resposta, à medida que o traço latente (θ) varia. O eixo θ (traço latente) vai de -6 a +6, enquanto o eixo $P(\theta)$ mostra a probabilidade das respostas. Esse gráfico permite observar como diferentes itens discriminam

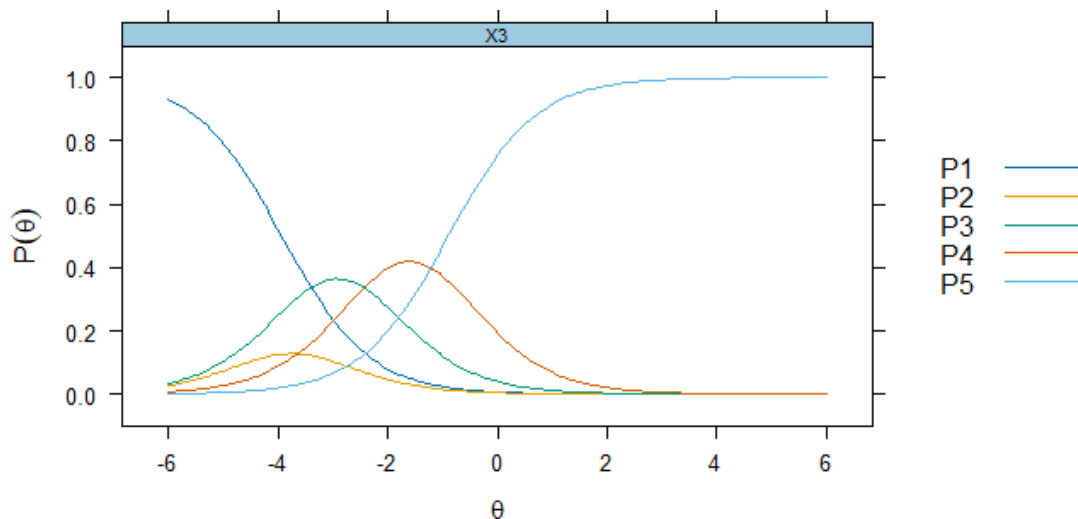
entre indivíduos com diferentes níveis do traço latente, com itens apresentando diferentes padrões de probabilidade, refletindo suas capacidades de discriminação em relação às respostas dos indivíduos.

Gráfico 8 – Curva característica do item 12



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 9 – Curva característica do item 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

O item 12, “Na sua opinião, o quão importante é o empreendedorismo como competência para o século XXI?”, apresenta uma clara diferenciação nas suas funções de probabilidade, com a maior probabilidade de escolha da categoria de resposta mais alta (grau 5), representada pela linha azul claro, sendo observada para valores elevados do traço latente (θ), ou seja, maior grau de valorização das competências do século XXI. Para indivíduos com θ positivo, as probabilidades de escolher o grau de importância 5 aumenta significativamente, enquanto as probabilidades de grau de importância 1, 2 e 3 diminuem.

Esse padrão sugere que o item 12 é um item altamente discriminante, especialmente para indivíduos com níveis elevados de valorização das competências, indicando que a resposta a esse item está fortemente associada ao nível de valorização das competências. A distribuição das probabilidades indica um item com boa capacidade de distinguir entre indivíduos com diferentes níveis do traço latente. A análise do item 3 é similar, porém se verifica que as linhas azul claras (grau 5) e escuras (grau 1) são menos inclinadas, e as demais curvas se apresentam mais achatadas, configurando-se em um item com baixo poder de discriminação.

O traço latente, definido neste trabalho como o grau de valorização das competências do século XXI, são estimados na escala (0,1), em que a média dos valores obtidos é 0 e a variância é 1. Entretanto, na prática, o usual é estabelecer outros valores para a média e o desvio padrão, mantendo as relações de ordem existentes entre seus pontos, de forma a facilitar o entendimento. O grau de valorização das competências do século XXI foi transformada linearmente para a escala ($\mu = 50$, $\sigma = 10$), com o intuito de facilitar a interpretação, e são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Grau de valorização das competências dos respondentes estimados pela TRI

ID	Valorização	ID	Valorização	ID	Valorização	ID	Valorização	ID	Valorização
1	58,605	33	43,210	65	45,939	97	57,863	129	52,506
2	55,654	34	52,824	66	51,699	98	60,602	130	56,716
3	40,804	35	40,864	67	48,527	99	53,753	131	47,435
4	32,940	36	56,170	68	51,165	100	11,839	132	43,944
5	55,231	37	51,107	69	40,476	101	47,419	133	47,163
6	44,877	38	43,450	70	39,435	102	51,484	134	42,008
7	47,317	39	57,558	71	38,367	103	44,103	135	45,922
8	64,243	40	49,151	72	47,804	104	54,340	136	60,103
9	52,780	41	46,593	73	39,361	105	45,981	137	43,003
10	50,136	42	57,105	74	48,466	106	52,131	138	64,243
11	52,731	43	53,971	75	43,186	107	32,912	139	46,482
12	46,746	44	61,605	76	34,186	108	60,602	140	57,123
13	7,011	45	54,604	77	50,289	109	57,060	141	60,136
14	59,845	46	54,244	78	54,327	110	64,243	142	47,336
15	63,843	47	41,572	79	60,451	111	55,473	143	51,353
16	48,805	48	49,229	80	64,243	112	44,429	144	47,118
17	41,354	49	57,557	81	38,486	113	46,135	145	56,761
18	39,903	50	52,005	82	41,314	114	43,775	146	42,914
19	51,501	51	64,243	83	45,295	115	37,038	147	47,712
20	64,243	52	44,673	84	56,286	116	44,720	148	53,424

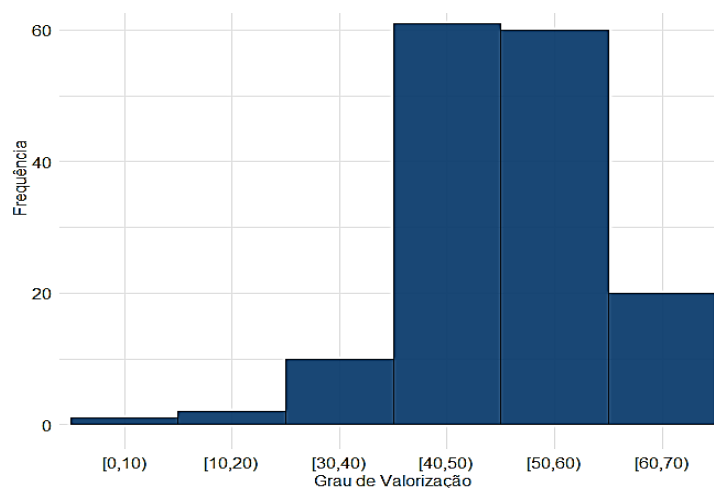
21	55,283	53	48,298	85	60,136	117	51,424	149	53,636
22	58,315	54	59,228	86	64,243	118	40,722	150	48,157
23	50,328	55	57,973	87	48,349	119	48,637	151	43,400
24	45,550	56	46,335	88	57,564	120	46,821	152	50,144
25	58,315	57	46,677	89	49,484	121	60,222	153	46,309
26	38,965	58	55,532	90	57,564	122	47,976	154	44,878
27	53,079	59	44,143	91	64,243	123	63,957		
28	52,304	60	50,107	92	45,474	124	50,368		
29	12,927	61	49,665	93	42,236	125	59,745		
30	53,218	62	51,233	94	56,780	126	59,452		
31	41,029	63	53,109	95	59,228	127	48,388		
32	40,457	64	57,343	96	60,602	128	60,451		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 10, estão em destaque os indivíduos que apresentaram os maiores graus de valorização das competências. Com base nos graus de valorização, os participantes foram classificados em faixas de alta valorização (maior ou igual a 60 – média mais um desvio padrão), média valorização (maior ou igual a 40 e menor que 60 – média mais ou menos um desvio padrão) e baixa valorização (menor que 40 – média menos um desvio padrão).

A categorização com base na valorização das competências do século XXI permite entender a forma como ele se posiciona frente às exigências atuais do mercado de trabalho. O histograma do Gráfico 10 apresenta a distribuição dos referidos graus de valorização padronizadas, em que se observa uma maior concentração dos respondentes com valorização entre 40 e 60, considerada como grau médio de valorização.

Gráfico 10 – Histograma do grau de valorização das competências



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para uma melhor compreensão da distribuição da valorização das competências em relação a diferentes características dos respondentes, a Tabela 11 exibe a distribuição das respostas quanto à valorização das competências, categorizada como alta, média ou baixa, destacando a variação entre as variáveis sexo, nível de ensino, contato com o empreendedorismo, curso e disciplinas relacionadas à gestão de projetos e empreendedorismo, além dos valores de p, associados a cada comparação.

Tabela 11 – Valorização das competências em relação às características dos respondentes

Variáveis	Valorização			p valor
	Alta	Média	Baixa	
Sexo				0,186
Feminino	9 (19,6%)	19 (41,3%)	18 (39,1%)	
Masculino	11 (10,2%)	41 (38,0%)	56 (51,9%)	
Ensino Médio				0,750
Rede Privada	5 (7,4%)	32 (47,1%)	31 (45,6%)	
Rede Pública	15 (17,4%)	28 (32,6%)	43 (50,0%)	
Contato com empreendedorismo				0,078
Não	8 (8,4%)	41 (43,2%)	46 (48,4%)	
Sim	12 (20,3%)	19 (32,2%)	28 (47,5%)	
Curso				0,112
Engenharia Ambiental e Sanitária	7 (12,5%)	27 (48,2%)	22 (39,3%)	
Engenharia Mecânica	5 (8,1%)	23 (37,1%)	34 (54,8%)	
Engenharia de Controle e Automação	8 (22,2%)	10 (27,8%)	18 (50,0%)	
Disciplina de empreendedorismo				0,711
Não	11 (11,6%)	39 (41,1%)	45 (47,4%)	
Sim	9 (15,3%)	21 (35,6%)	29 (49,2%)	
Disciplina Gestão de Projetos				0,086
Não	16 (11,3%)	57 (40,1%)	69 (48,6%)	
Sim	4 (33,3%)	3 (25,0%)	5 (41,7%)	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados na Tabela 11 indicam uma distribuição diferenciada da valorização das competências entre as características dos respondentes. Apesar de não apresentar diferenças significativas, nota-se que mulheres apresentam maior percentual na categoria “Alta” (19,6%), em comparação aos homens (10,2%), enquanto estes predominam na categoria “Baixa” (51,9%). Estudantes de escolas públicas possuem maior percentual na categoria “Baixa” (50,0%), em relação aos da rede privada (45,6%).

O contato com o empreendedorismo parece estar associado a uma maior valorização das competências, com 20,3% dos que tiveram contato se situando na categoria “Alta”, em contraste com 8,4% dos que não tiveram. Entre os cursos, Engenharia de Controle e Automação teve a maior proporção na categoria “Alta” (22,2%), enquanto Engenharia Mecânica apresentou a maior concentração na categoria “Baixa” (54,8%). Além disso, aqueles que cursaram disciplina de Gestão de Projetos apresentaram maior percentual na categoria “Alta” (33,3%), em

comparação aos que não cursaram (11,3%), sugerindo uma possível relação positiva com a valorização das competências.

6.2.6 Considerações finais sobre a pesquisa com os alunos

A presente pesquisa investigou a valorização de competências essenciais para o século XXI, como comunicação, colaboração, pensamento crítico, resolução de problemas e liderança, junto a estudantes de cursos de Engenharia. Os resultados demonstraram que a grande maioria dos respondentes reconhece a importância de desenvolver essas competências durante sua formação acadêmica, especialmente no que se refere à comunicação eficaz, colaboração, resolução de problemas e pensamento crítico.

A análise dos dados revelou também que, apesar do reconhecimento da relevância das competências, algumas áreas, como liderança, precisam de maior incentivo para o seu desenvolvimento. Isso pode estar relacionado ao fato de que habilidades de liderança exigem um enfoque mais prático e vivencial, o que pode ser uma área melhor explorada pelos programas de ensino.

Outro ponto relevante da pesquisa foi a avaliação das percepções dos estudantes em relação à adequação do currículo do curso de Engenharia às demandas do século XXI. A maioria dos participantes indicou que o currículo não está completamente alinhado com essas demandas, especialmente no que diz respeito à inclusão de empreendedorismo e metodologias ágeis. Essa lacuna sugere a necessidade de uma revisão curricular, com a inclusão de disciplinas que abordem práticas empreendedoras e inovadoras, além da integração de metodologias de ensino mais dinâmicas, como o *Scrum*.

A Análise Fatorial confirmou que as competências mais pontuadas pelos estudantes estão associadas a um traço latente de valorização das competências para o século XXI. O modelo TRI aplicado foi capaz de discriminar as respostas dos estudantes, permitindo uma visão das competências mais relevantes e da percepção dos estudantes em relação ao ensino de Engenharia. Por meio da TRI, foi possível também identificar que, embora os estudantes reconheçam a importância de diversas competências, há uma discrepância entre a valorização declarada e a efetiva presença dessas competências no currículo acadêmico.

6.3 Resultados quantitativos com docentes: percepções e viabilidade da proposta

A análise dos dados coletados junto aos professores dos cursos de Engenharia do IFCE, *campus* Maracanaú, revela percepções críticas, mas amplamente convergentes com os princípios que fundamentam as propostas deste trabalho. O questionário aplicado aos docentes, estruturado em blocos temáticos análogos aos utilizados com os estudantes, permitiu identificar o grau de concordância em relação ao desenvolvimento de competências transversais, ao papel da extensão no currículo e à viabilidade de implementação de disciplinas articuladas ao longo do curso.

A amostra foi composta por trinta participantes, sendo catorze do sexo feminino (46,7%) e dezesseis do sexo masculino (53,3%). Quanto ao *campus* de atuação, a maioria atua em Maracanaú (n = 25; 83,3%), seguida por Fortaleza (n = 4; 13,3%), e um participante preferiu não informar (3,3%). Em relação ao maior nível de formação, quinze participantes possuem doutorado (50%), treze têm mestrado (43,3%) e dois possuem apenas graduação (6,7%), esses dados estão resumidos na Tabela 12.

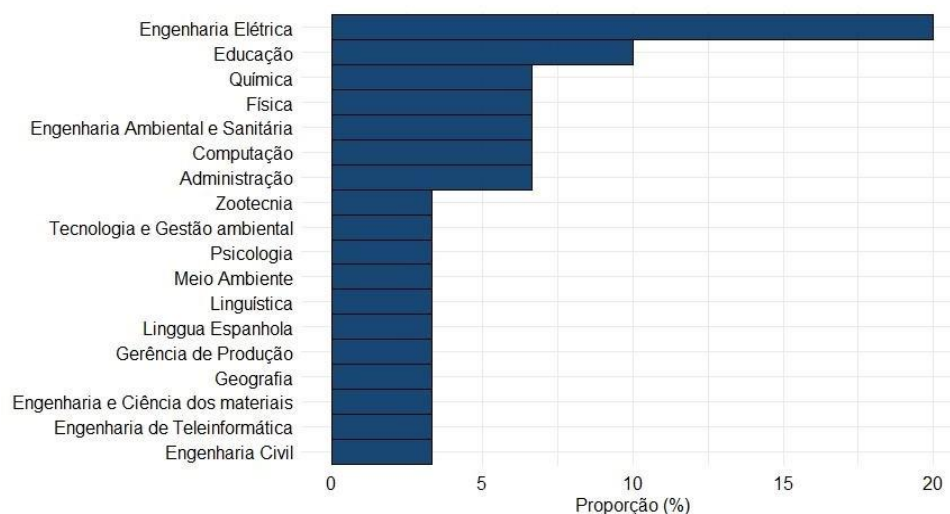
Tabela 12 – Caracterização dos participantes

Variáveis	Frequência	%
Sexo biológico		
Feminino	14	46,7
Masculino	16	53,3
Campus que atua		
Fortaleza	4	13,3
Maracanaú	25	83,3
Prefiro não	1	3,33
Maior Nível de formação		
Doutorado	15	50
Graduação	2	6,67
Mestrado	13	43,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 11 apresenta a área de conhecimento de maior formação dos professores participantes, em que se observa uma predominância da área de Engenharia, enquanto áreas das ciências humanas, ambientais e da computação aparecem com representatividade menor.

Gráfico 11 – Área de conhecimento de maior formação



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 13 apresenta a frequência e porcentagem de participantes quanto à participação em formações voltadas à aquisição de *soft skills* ou competências para o século XXI, bem como sua produção acadêmica e atuação docente relacionada ao tema.

Tabela 13 – Formação, publicações e experiências docentes relacionadas às *soft skills* e competências para o século XXI

	Frequência	%
Participou de alguma formação voltada a aquisição das <i>soft skills</i> ou competências para o século XXI		
Não	21	70
Sim	6	20
Prefiro não responder	1	3,33
NA	2	6,67
Publicação relacionada a esse assunto nos últimos 5 anos		
Não	26	86,7
Sim	2	6,67
NA	2	6,67
Ministrou algum curso relacionado a <i>soft skills</i> ou competências para o século XXI		
Não	26	86,7
Sim	1	3,33
Prefiro não responder	1	3,33
NA	2	6,67

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos informantes não participou de formação voltada à aquisição de *soft skills* ou competências para o século XXI (70%), não publicou trabalhos relacionados ao tema nos últimos cinco anos (86,7%) e não ministrou cursos nessa área (86,7%). Pequena parcela

participou de formação (20%), publicou (6,7%) ou ministrou curso (3,3%), enquanto alguns preferiram não responder ou não informaram suas respostas. As afirmações da parte 2 do questionário foram organizadas em três temáticas:

- I. Competências do século XXI e aprendizagem, com questões ligadas à formação acadêmica, habilidades, colaboração, criatividade e inovação;
- II. Empreendedorismo e participação estudantil, com questões ligadas ao empreendedorismo, Empresas Júnior, incubadoras e programas como Enactus;
- III. Metodologias ágeis e curricularização da extensão, abordando questões relacionadas ao uso do *Scrum* e à integração da extensão nos currículos.

A Tabela 14 apresenta a percepção dos participantes em relação às competências do século XXI e à aprendizagem. Os dados evidenciam como os respondentes avaliam sua formação acadêmica, a importância atribuída a habilidades, como comunicação, colaboração, pensamento crítico, criatividade e inovação, bem como sua confiança em transmitir tais competências aos alunos.

Tabela 14 – Competências do século XXI e aprendizagem

	Concordância					Prefere não responder
	1	2	3	4	5	
Minha formação acadêmica me preparou adequadamente para entender e ensinar competências do século XXI	14,3	21,4	35,7	14,3	14,3	0,0
Considero importante incluir no currículo escolar competências como comunicação eficaz (escrita e verbal) e colaboração.	7,1	0,0	3,6	17,9	67,9	3,6
Sinto-me confiante em minha capacidade de transmitir aos alunos habilidades de trabalho em equipe.	3,6	0,0	32,1	46,4	17,9	0,0
Acredito que os alunos devem ser preparados para resolver problemas complexos e desafios no ambiente atual.	0,0	3,6	3,6	28,6	64,3	0,0
Considero importante incentivar a criatividade e a inovação entre os alunos.	0,0	0,0	7,1	25,0	67,9	0,0
Sinto-me capaz de desenvolver habilidades de liderança nos meus alunos.	3,6	10,7	39,3	35,7	10,7	0,0
Acredito que os alunos precisam desenvolver pensamento crítico e habilidades de análise para ter sucesso no mundo atual.	0,0	0,0	7,1	17,9	71,4	3,6
Considero importante preparar os alunos para se adaptarem a mudanças no ambiente de trabalho.	0,0	3,6	3,6	17,9	67,9	7,1
Sinto-me confiante em minha capacidade de ensinar habilidades de gerenciamento de tempo e priorização de tarefas.	3,6	14,3	50,0	25,0	3,6	3,6
É fundamental que os alunos aprendam a colaborar efetivamente com pessoas de diferentes origens e culturas.	0,0	3,6	3,6	21,4	71,4	0,0
Estou motivado(a) a transmitir aos meus alunos as competências do século XXI.	0,0	7,1	25,0	35,7	28,6	3,6

Eu utilizo métodos ou recursos de ensino que ajudam na aquisição dessas competências em paralelo com as competências inerentes da disciplina que ensino.	7,1	10,7	25,0	39,3	17,9	0,0
--	-----	------	------	------	------	-----

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria concorda totalmente em: incluir no currículo escolar aspectos, como comunicação eficaz e colaboração (67,9%), incentivar a criatividade e a inovação (67,9%), desenvolver pensamento crítico e habilidades de análise (71,4%) e preparar os alunos para resolver problemas complexos (64,3%) e se adaptar a mudanças no ambiente de trabalho (67,9%). Também houve concordância em relação à importância da colaboração entre pessoas de diferentes origens e culturas (71,4%).

Por outro lado, os indicadores relacionados à autopercepção da capacidade docente revelam posições mais distribuídas: embora muitos se sintam confiantes para transmitir habilidades de trabalho em equipe (46,4% em concordância nível 4), 39,3% apresentaram neutralidade em desenvolver liderança e 50% em ensinar gerenciamento de tempo e priorização de tarefas. As respostas apontam menor intensidade de concordância, quando comparadas à percepção da importância dessas competências para os estudantes.

A análise descritiva indicou médias elevadas de concordância quanto à importância de desenvolver competências, como criatividade (4,6), resolução de problemas complexos (4,57), pensamento crítico (4,73), comunicação eficaz (4,77) e trabalho em equipe (4,6). No entanto, a média para a afirmação “Minha formação acadêmica me preparou adequadamente para entender e ensinar competências do século XXI” foi de apenas 2,87, evidenciando uma percepção de lacuna formativa. Em um comentário aberto ao final do questionário, um docente sintetizou essa sensação, ao afirmar que a formação acadêmica tende a permanecer defasada em relação aos anseios e à evolução social, citando, por exemplo, o distanciamento entre a formação oferecida e o domínio de novas tecnologias.

Os resultados referentes à percepção dos participantes sobre o empreendedorismo e os movimentos acadêmicos, como empresas juniores, incubadoras e programas de extensão (a exemplo do Enactus), estão expostos na Tabela 15.

Tabela 15 – Empreendedorismo e participação estudantil

	Concordância					Prefere não responder
	1	2	3	4	5	
Qual é o seu nível de concordância quanto à Importância do empreendedorismo como competência para o século XXI?	10,7	0,0	21,4	28,6	39,3	0,0
Qual é o seu nível de concordância com a ideia de que o empreendedorismo é relevante apenas para quem deseja ter seu próprio negócio?	14,3	25,0	10,7	17,9	32,1	0,0
Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância das empresas juniores ligadas aos cursos de Engenharia.	14,3	32,1	28,6	10,7	10,7	3,6
Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de uma incubadora de empresas disponível na instituição.	14,3	25,0	35,7	14,3	7,1	3,6
Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de um programa como o Enactus.	17,9	32,1	14,3	14,3	14,3	7,1
Qual é o seu nível de concordância quanto à Importância da participação dos alunos nos movimentos/programas como Empresas Júnior?	7,1	3,6	14,3	39,3	32,1	3,6
Você acredita que os alunos ficariam mais motivados a participar dos movimentos/programas como Empresas Júnior, Incubadoras e Enactus, se pudessem aproveitar como carga horária complementar?	0,0	3,6	7,1	32,1	50,0	7,1
Você acredita que uma disciplina de educação empreendedora que discuta sobre movimentos/programas como Empresas Júnior, Incubadoras e Enactus deveria ser incluída no início do curso?	7,1	3,6	17,9	28,6	35,7	7,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que a maioria dos participantes reconhece a importância do empreendedorismo como competência para o século XXI, com destaque para os 39,3% que concordam plenamente e os 28,6% que concordam parcialmente. Constatou-se também que 50% acreditam que a possibilidade de aproveitar a participação em programas, como Empresas Júnior, Incubadoras e Enactus, como carga horária complementar aumentaria a motivação dos alunos. Além disso, 35,7% defendem fortemente a inclusão de uma disciplina de educação empreendedora no início do curso, sinalizando uma percepção positiva da necessidade de integrar tais práticas à formação acadêmica.

Dessa forma, a Tabela 16 reúne os resultados referentes à percepção dos docentes sobre o uso de metodologias ágeis, gestão de projetos e curricularização da extensão no ensino de Engenharia. Os itens contemplam tanto a valorização de disciplinas específicas voltadas para a inovação pedagógica quanto a avaliação do preparo atual do currículo, frente às demandas do século XXI.

Tabela 16 – Metodologias ágeis e curricularização da extensão

	Concordância					Prefere não responder
	1	2	3	4	5	
Você acredita que é importante ter uma disciplina de gestão de projetos com uso de métodos o Scrum?	3,6	3,6	7,1	35,7	42,9	7,1
Você já utilizou metodologias ágeis, como o Scrum, em suas práticas pedagógicas?	12,0	12,0	16,0	12,0	12,0	12,0
Você concorda que a metodologia ágil pode ajudar no desenvolvimento das competências para o século XXI nos alunos?	4,0	4,0	12,0	40,0	32,0	8,0
Você considera importante a implementação de uma disciplina no currículo acadêmico que ensine os alunos a criar projetos voltados para solucionar problemas da comunidade local ou de empresas?	3,6	3,6	0,0	46,4	42,9	3,6
Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem a implementação da curricularização da extensão na instituição.	7,1	10,7	42,9	28,6	7,1	3,6
Você considera importante a implementação da curricularização da extensão nos cursos de Engenharia?	3,6	3,6	17,9	39,3	28,6	7,1
Na sua opinião, o currículo atual prepara adequadamente os alunos para as demandas do século XXI?	0,0	8,0	68,0	8,0	4,0	12,0
Você acha que o uso de metodologias ágeis e práticas empreendedoras deve ser expandido no ensino de Engenharia?	4,0	0,0	12,0	40,0	36,0	8,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

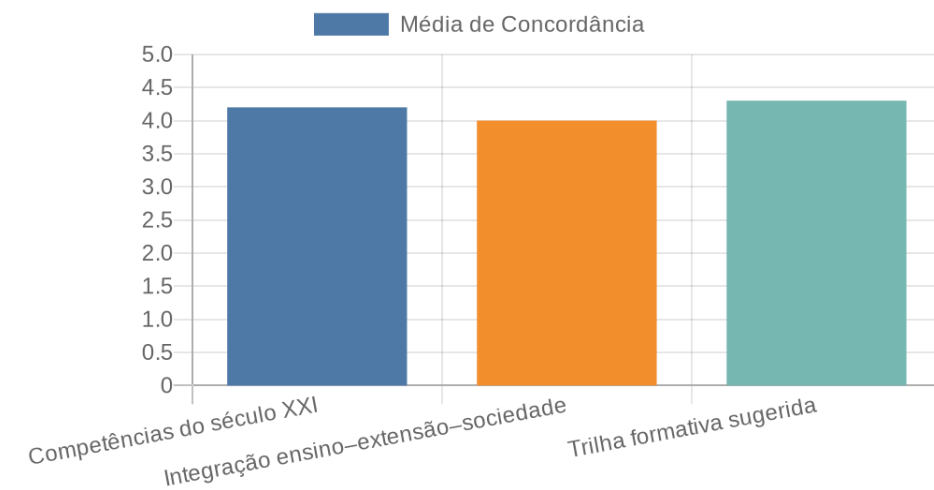
Em relação à curricularização da extensão, a maioria dos docentes atribuiu notas 4 ou 5 à sua importância (média 4,6), mas a familiaridade prática com sua implementação é intermediária (média 3,0). Em comentário aberto ao final do questionário, um docente observou que a formação acadêmica deixa muito a desejar no desenvolvimento de competências necessárias à atuação docente, especialmente aquelas relacionadas à inovação pedagógica, ao trabalho com extensão e ao desenvolvimento de competências do século XXI.

No que se refere à trilha formativa composta por três disciplinas, os dados apontam aceitação majoritária da proposta, sobretudo em relação à disciplina do meio do curso, voltada à gestão de projetos com impacto social. Entre as perguntas do questionário aplicado aos docentes, uma das afirmações avaliadas foi: “Você considera importante a implementação de uma disciplina no currículo acadêmico que ensine os alunos a criar projetos voltados para solucionar problemas da comunidade local ou de empresas?”, a média foi 4,7, com vinte e sete docentes atribuindo nota 4 ou 5.

Os professores destacaram que esse componente dialoga com as demandas contemporâneas da Engenharia e com os 10% obrigatórios da carga horária de extensão (Brasil, 2018). Em comentário aberto ao final do questionário, um docente sugeriu que disciplinas, como Introdução à Engenharia, poderiam incorporar esse tipo de abordagem e englobar metodologias voltadas à solução de problemas reais da comunidade e das empresas.

A seguir, o Gráfico 12 apresenta a média de concordância dos docentes por bloco temático, possibilitando comparação direta com os dados dos estudantes.

Gráfico 12 – Médias de concordância dos docentes por bloco temático

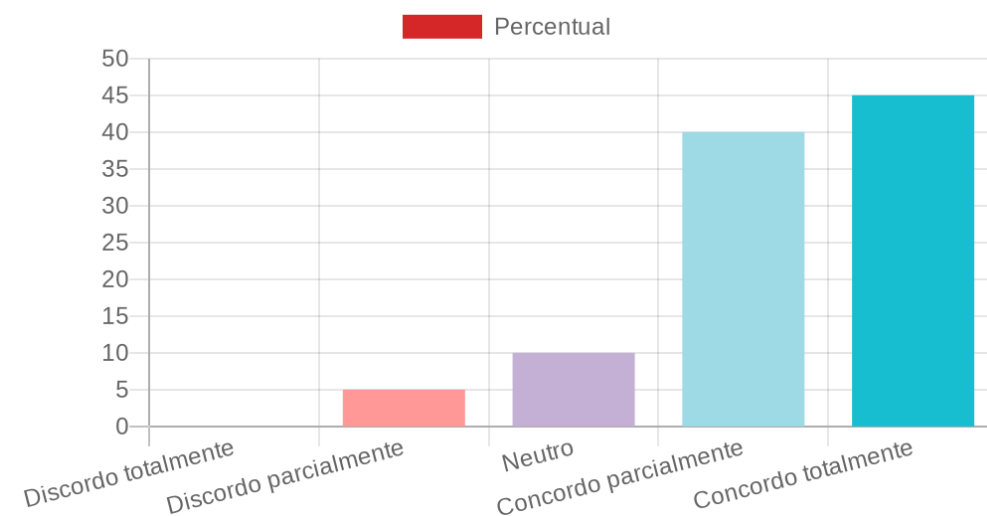


Fonte: Elaborado pelo autor.

Além das médias, a distribuição percentual das respostas do questionário revelou que cerca de 85% dos docentes concordam total ou parcialmente com a criação de componentes curriculares voltados à inovação, à extensão e ao impacto social. Ainda assim, surgiram manifestações de cautela quanto à carga horária docente, à necessidade de formação pedagógica para metodologias ativas e à integração entre setores institucionais. Em comentário aberto ao final do questionário, um docente ponderou que a criação desses componentes deveria vir acompanhada de uma priorização institucional mais clara dos cursos alinhados às demandas do século XXI, com alocação adequada de recursos.

O Gráfico 13 ilustra a distribuição das respostas em relação à trilha formativa, evidenciando o padrão geral de aceitação da proposta.

Gráfico 13 – Concordância dos docentes com a proposta de disciplinas inovadoras



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, os dados apontam uma tendência relevante: enquanto os estudantes valorizam fortemente a trilha por sua aplicabilidade prática e impacto social, os professores tendem a avaliá-la a partir de sua viabilidade institucional e didático-pedagógica. Essa diferença de ênfase será analisada na seção seguinte.

6.4 Convergências e tensões entre estudantes e professores

A análise comparativa dos dados quantitativos coletados junto a estudantes e docentes dos cursos de Engenharia do IFCE revela tanto convergências robustas quanto tensões interpretativas relevantes no debate contemporâneo sobre a formação em Engenharia e a implementação da proposta de trilha formativa inovadora.

6.4.1 Valorização das competências do século XXI

O primeiro ponto de convergência destacado pelos dados é a alta valorização das competências do século XXI por ambos os grupos. Entre os estudantes, medidas de concordância máxima foram observadas para “comunicação eficaz” (85,0%), “colaboração” (65,4%), “resolução de problemas complexos” (71,9%) e “pensamento crítico” (81,2%), a partir da escala *Likert* de cinco pontos aplicada. Os docentes, por sua vez, também atribuíram médias elevadas para competências, como criatividade (4,6), comunicação eficaz (4,77), trabalho em equipe (4,6), resolução de problemas (4,57) e pensamento crítico (4,73), com destaque para as notas 4 e 5 na maioria dos itens.

Esse alinhamento empírico reforça o diagnóstico da literatura internacional, indicando um entendimento compartilhado sobre a superação de uma formação meramente técnica e conteudista, com avanços em direção a um currículo integrado e orientado por competências essenciais (Trilling; Fadel, 2009).

6.4.2 *Integração entre ensino, extensão e impacto social*

Outra convergência significativa reside no reconhecimento da importância da integração entre ensino, extensão e impacto social. Enquanto os estudantes manifestam interesse em abordagens mais voltadas à aplicação prática e à realidade local, com 67,5% defendendo disciplinas direcionadas à resolução de problemas comunitários e 69,5% valorizando a combinação de empreendedorismo com metodologias ágeis, os docentes compactuam da defesa da curricularização da extensão, ainda que apontem familiaridade intermediária com sua implementação (média de 3,0 na escala *Likert*). Essa sintonia indica avanços, mas também evidencia a lacuna existente entre currículo proposto e práticas institucionais, já apontada na análise documental do capítulo anterior.

6.4.3 *Aceitação da trilha formativa inovadora*

O ponto de maior convergência, confirmado pelos dados, é o suporte à trilha formativa composta por três disciplinas. Tanto estudantes quanto docentes apresentam médias superiores a 4 em relação à aceitação da proposta, e mais de 85% dos respondentes de ambos os grupos demonstram concordância com a inclusão de componentes ligados à inovação, extensão e impacto social, conforme evidenciam a Figura 6 e o Gráfico 12. Esse cenário sinaliza forte potencial para a implementação de propostas curriculares integradoras, desde que acompanhadas de condições institucionais adequadas.

6.4.4 *Tensões interpretativas e viabilidade*

Apesar do alinhamento em torno das competências e da aceitação da trilha, diferenças importantes emergem quanto às ênfases e preocupações dos grupos. Os estudantes interpretam a proposta predominantemente a partir de sua relevância formativa e da aplicação prática. Já os docentes, tendem a focar na viabilidade pedagógica e institucional da mudança curricular. Tal diferença aparece nas preocupações expressas por professores sobre carga horária, necessidade

de formação continuada para metodologias ativas e desafios de articulação entre setores. Ressalta-se ainda que competências, como liderança, seguem menos valorizadas entre estudantes (33,8% de concordância máxima), indicando pontos que exigem incentivos e abordagens didático-pedagógicas aprimoradas.

As tensões identificadas não deslegitimam a proposta de trilha formativa, mas explicitam que sua efetivação depende da criação de condições institucionais e formativas sólidas, articulação intersetorial e valorização do trabalho docente. A escuta institucional, promovida nesta pesquisa, aponta um cenário promissor, que demanda estratégias coletivas de planejamento, políticas de investimento em formação docente e o fortalecimento de espaços institucionais para inovação, em sintonia com os desafios descritos na literatura internacional.

Essa análise será aprofundada no Capítulo 8, por meio da triangulação dos dados quantitativos e qualitativos, ampliando a compreensão sobre a viabilidade, os potenciais e os limites da proposta, à luz das percepções institucionais de diferentes atores e dos referenciais teóricos mobilizados nesta tese.

6.5 Discussão integrada dos dados quantitativos e qualitativos: percepções, contradições e potencialidades na formação em Engenharia

A análise integrada dos dados quantitativos e qualitativos, provenientes de questionários aplicados com estudantes e docentes, entrevistas e triangulação crítica de níveis curriculares, aprofunda o diagnóstico da formação em Engenharia no IFCE, evidenciando convergências e tensões que dialogam diretamente com lacunas e potencialidades já sinalizadas na análise documental (Capítulo 5).

Os resultados demonstram que tanto estudantes quanto docentes reconhecem a centralidade das competências do século XXI, destacando habilidades, como comunicação eficaz, pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração – competências que obtiveram prevalência de concordância elevada entre os estudantes (acima de 70% para a maioria dos itens) e médias superiores a 4,5 entre os docentes no bloco correspondente.

Apesar desse forte consenso quanto à relevância dessas competências, os dados quantitativos mostram que áreas, como liderança, recebem valorização significativamente menor, sugerindo lacunas formativas práticas durante a graduação. Além disso, itens sobre alinhamento curricular, empreendedorismo e integração de metodologias inovadoras apontam insatisfação: 37,9% dos estudantes manifestaram neutralidade quanto ao alinhamento curricular com as demandas contemporâneas e menos de 10% consideram o currículo efetivamente

alinhado ao século XXI. Embora haja alto reconhecimento da importância do empreendedorismo, a maioria dos estudantes e docentes apresenta desconhecimento prático quanto a iniciativas, como empresas juniores e incubadoras, e muitos indicam o desejo de contabilizar essas experiências como carga horária acadêmica.

A valorização da proposta de trilha formativa e de novas disciplinas encontrou adesão majoritária, com mais de 60% dos estudantes e 85% dos docentes atribuindo forte concordância à introdução de disciplinas de base prática, metodologias ágeis e iniciativas de impacto social. No entanto, persistem preocupações quanto à viabilidade institucional, sobrecarga de conteúdos e dificuldades na implementação pedagógica, incluindo a necessidade de formação continuada para docentes, desafios relatados por Bonilaure e Resende (2013).

Essas evidências trianguladas reforçam o descompasso entre currículo prescrito e práticas experienciadas, corroborando a literatura de Ciavatta (2010) e Ramos (2014), e apontam para a necessidade de políticas institucionais que promovam espaços coletivos de reflexão, formação docente continuada e flexibilização curricular. É nítido também, pelo perfil amostral, que há diferenças de percepção conforme variáveis, como sexo, origem escolar e experiência prévia com empreendedorismo, com destaque para mulheres e estudantes de Controle e Automação, que demonstram maior valorização de competências.

Essas constatações reforçam o argumento central de que a transformação da formação em Engenharia depende de inovação curricular, valorização da extensão, políticas formativas e fortalecimento do protagonismo estudantil, sempre em diálogo com contextos locais e sujeitos institucionais. Os dados demonstram que não são apenas ajustes estruturais que promovem mudanças, mas, sobretudo, a construção de uma cultura pedagógica colaborativa e reflexiva, engajada com projetos integradores e socialmente relevantes, fundamentos que embasam a necessidade de intervenções formativas inovadoras, como a oficina pedagógica, que será detalhada no Capítulo 7.

6.6 Fechamento das evidências nos dados quantitativos

Os dados apresentados e discutidos neste capítulo evidenciam um significativo alinhamento entre estudantes e docentes, no que tange aos princípios orientadores da formação em Engenharia no IFCE, com destaque para a centralidade das competências do século XXI, a integração ensino-extensão, o fortalecimento do compromisso social e a aceitação de componentes curriculares inovadores, como a trilha formativa sugerida. Os resultados quantitativos apontam para médias elevadas de concordância em ambos os grupos quanto à

importância de competências, como resolução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico e criatividade, ressaltando que, estatisticamente, essas dimensões formativas obtiveram valores superiores a 4/5 em escalas *Likert* e concordância acima de 70% nas avaliações discentes.

Contudo, a análise integrada evidencia tensões institucionais e diferenciação de ênfases: ao passo que os estudantes manifestam entusiasmo e elevada adesão à proposta de trilha formativa e ações voltadas à inovação e impacto social, os docentes ressaltam desafios de natureza pedagógica e estrutural, como a sobrecarga de conteúdos, a necessidade de formação continuada para metodologias ativas e a preocupação com viabilidade e articulação institucional para efetiva implementação dessas propostas. Tais tensões aparecem tanto nas médias intermediárias sobre preparo docente para competências do século XXI quanto nos relatos sobre dificuldades práticas de curricularização da extensão e de integração de setores institucionais.

Em síntese, os resultados quantitativos e qualitativos reafirmam o diagnóstico de convergência quanto às diretrizes desejadas para a formação, mas também explicitam barreiras institucionais para a implementação de ações inovadoras, cenário que exige políticas integradoras de formação docente, reorganização curricular e estratégias de apoio gerencial-institucional. Esses achados, respaldados por evidências empíricas robustas e triangulação metodológica, subsidiarão o aprofundamento das etapas seguintes da tese, especialmente o detalhamento de alternativas curriculares e da intervenção pedagógica, a ser realizada junto ao corpo docente e gestor nos Capítulos 7 e 8.

Reconhecendo-se as limitações inerentes ao recorte amostral, à natureza voluntária das respostas e à necessidade de acompanhamento longitudinal, permanece o desafio de ampliar o diálogo entre diferentes atores institucionais e fortalecer a cultura de colaboração, escuta e avaliação crítica orientada à excelência em educação em Engenharia, tanto no IFCE quanto em outros contextos da Rede Federal.

7 AÇÃO FORMATIVA COM DOCENTES E GESTORES: CONCEPÇÕES E REFLEXÕES

A escolha da oficina formativa, articulada ao grupo focal, como estratégia central desta etapa da pesquisa, fundamenta-se na compreensão de que a formação docente em Engenharia exige mais do que transmissões de conteúdo ou ajustes pontuais no currículo. Oficinas pedagógicas, conforme defendem Peixôto, Queiroz e Nascimento (2022), são espaços privilegiados de construção coletiva do conhecimento, capazes de articular teoria e prática, promover a escuta ativa e favorecer a emergência de sentidos compartilhados sobre o fazer docente.

A formação em Engenharia, como evidenciado nos capítulos anteriores, enfrenta desafios estruturais e culturais que atravessam tanto o currículo quanto as práticas docentes, para estar em consonância com as DCN para os cursos de Engenharia. As análises realizadas com estudantes, professores e gestores, bem como as limitações apontadas nos documentos institucionais e nas pesquisas recentes sobre formação docente em Engenharia, reforçam a necessidade de ampliar o diálogo com os sujeitos diretamente envolvidos nos processos formativos e de reconhecer a centralidade da formação pedagógica para a transformação curricular e institucional.

Este capítulo apresenta uma oficina formativa desenvolvida com professores e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú, concebida como um espaço de escuta qualificada, reflexão crítica e ressignificação das práticas pedagógicas nos cursos de Engenharia. A escolha metodológica da oficina, articulada ao grupo focal, fundamenta-se na perspectiva de que a formação docente não se limita à instrumentalização técnica, mas implica criar condições para a reflexão sobre a prática, a ressignificação das experiências e a construção coletiva de sentidos para o ato de ensinar (Perrenoud, 2000).

Inspirada por esse entendimento, a ação formativa foi planejada para promover o diálogo horizontal, a escuta sensível e a expressão simbólica dos docentes, integrando diferentes dimensões da experiência pedagógica. A atividade foi estruturada em três momentos articulados:

- I. Palestra introdutória: abordou os desafios contemporâneos da docência em Engenharia, dialogando com temas, como competências do século XXI, ética profissional, inovação pedagógica e metodologias ágeis, em sintonia com as demandas das DCN (Brasil, 2019);

- II. Dinâmica colaborativa: inspirada na metodologia *Scrum*, os participantes criaram composições textuais coletivas (*Stanza*), mobilizando dimensões estéticas, simbólicas e afetivas da docência, conforme propõe Freire (1996), ao valorizar a linguagem e a escuta como práticas pedagógicas fundantes;
- III. Grupo focal: orientado por roteiro temático (APÊNDICE F), com foco na escuta e no compartilhamento de experiências docentes, promovendo o diálogo horizontal e a construção coletiva de significados sobre o ensinar e o aprender.

Os produtos gerados – textos e falas – foram analisados de forma integrada, por meio da ATR (Braun; Clarke, 2006, 2019), permitindo identificar sentidos, tensões e proposições que atravessam a prática docente e se articulam na experiência coletiva da oficina. Mais do que validar propostas específicas, a oficina buscou fomentar a construção compartilhada de significados sobre o ensinar e o aprender, em contextos institucionalmente marcados por fragmentação curricular, desmotivação e desafios pedagógicos, reafirmando a importância do professor como agente reflexivo, colaborativo e protagonista da inovação educativa.

7.1 Justificativa da oficina como estratégia formativa

A escolha da oficina pedagógica, articulada ao grupo focal, como estratégia central desta etapa da pesquisa, fundamenta-se na compreensão de que a formação docente em Engenharia demanda espaços de construção coletiva de saberes, análise da realidade e expressão criativa, indo além do diagnóstico tradicional ou da simples aplicação de instrumentos avaliativos. Oficinas pedagógicas são reconhecidas na literatura como ambientes dinâmicos e horizontais, nos quais se favorece o intercâmbio de experiências, a reflexão teórico-prática e a criação de vínculos socioafetivos entre os participantes (Peixôto; Queiroz; Nascimento, 2022).

No contexto desta tese, a oficina foi concebida não como uma intervenção prescritiva, mas enquanto um dispositivo de desenvolvimento profissional e investigação qualitativa, no qual ação, reflexão e produção simbólica (poesias) se entrelaçam ao diálogo horizontal promovido pelo grupo focal. Essa abordagem está alinhada à perspectiva de que professores são agentes reflexivos e produtores de conhecimento pedagógico situado e que a formação se fortalece no movimento de experimentar, escutar, criar e ressignificar coletivamente a prática (Fagundes, 2016a).

A realização da oficina e do grupo focal responde diretamente aos objetivos específicos da pesquisa, ao proporcionar um espaço para compreender as percepções dos docentes sobre as práticas pedagógicas vigentes, investigar limites e potencialidades institucionais para a

inovação curricular e subsidiar a elaboração de propostas formativas contextualizadas. Além disso, reafirma a hipótese de que a escuta institucional e a valorização da experiência docente são catalisadoras de inovação pedagógica e de transformação institucional.

Assim, a oficina e o grupo focal se configuram como estratégias formativas e investigativas que transcendem o diagnóstico, promovendo a construção coletiva de sentidos, a valorização das trajetórias docentes e a abertura para a reinvenção curricular, em sintonia com os fundamentos teóricos e metodológicos da tese.

7.2 Organização metodológica da oficina

A oficina formativa, articulada ao grupo focal, foi realizada com docentes e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú, como etapa qualitativa da pesquisa, tendo como objetivo central criar um espaço horizontal de escuta, expressão sensível e ressignificação da docência em Engenharia. O planejamento e a execução da oficina seguiram princípios metodológicos reconhecidos na literatura sobre oficinas pedagógicas, priorizando o diálogo, a colaboração e a integração entre teoria e prática (Peixoto; Queiroz; Nascimento, 2022). A atividade foi estruturada em três momentos complementares.

7.2.1 *Palestra introdutória interativa*

O encontro teve início com uma palestra ministrada pelo pesquisador responsável pela tese e por um docente colaborador, abordando temas centrais da docência, em tempos de transformação social e tecnológica, em diálogo com competências do século XXI, ética na formação, inovação pedagógica e metodologias ativas, com ênfase no uso do *Scrum* como estratégia de organização do trabalho pedagógico.

Essa etapa contou com a participação de, aproximadamente, quarenta integrantes da comunidade acadêmica, entre professores, gestores e técnicos administrativos, e teve como objetivo provocar reflexões iniciais e preparar o terreno conceitual e simbólico para as atividades seguintes, posicionando o professor como sujeito ético, estratégico e inovador na construção de percursos formativos integrados.

7.2.2 Dinâmica colaborativa de produção poética (*Stanza*)

Em seguida, os participantes foram organizados em pequenos grupos para uma dinâmica baseada na metodologia *Scrum* adaptada ao contexto educacional. Cada grupo recebeu um conjunto de palavras disparadoras relacionadas ao exercício da docência – ética, escuta, protagonismo, ensino, tempo, afeto – e, a partir delas, foi convidado a construir coletivamente um poema.

As produções, denominadas *Stanza*, foram apresentadas oralmente e registradas ao final da dinâmica. Essa proposta mobilizou dimensões estéticas e simbólicas da prática docente, favorecendo a emergência de sentidos e experiências que, muitas vezes, não encontram espaço no discurso técnico-formal. Como defende Freire (1996), a formação ética e sensível do educador é inseparável da linguagem e da escuta como práticas pedagógicas fundantes.

7.2.3 Grupo focal mediado por roteiro temático

A terceira etapa consistiu na realização de um grupo focal, com roteiro estruturado a partir dos objetivos da pesquisa e das orientações de Braun e Clarke (2006). O grupo foi gravado, transcrito e, posteriormente, analisado, por meio da ATR, em articulação com os dados gerados na dinâmica anterior. O roteiro fomentou o debate em torno de questões, como sentidos da docência, desafios da formação, articulação entre ensino, pesquisa e extensão e possibilidades de inovação institucional. Essa abordagem permitiu captar a diversidade de vozes, tensões e estratégias acionadas pelos professores, diante de suas vivências institucionais e formativas.

A triangulação entre os textos produzidos na dinâmica colaborativa e as falas do grupo focal foi guiada pela concepção de triangulação apresentada no capítulo metodológico, que compreende o uso articulado de diferentes fontes e modos de produção de dados qualitativos para ampliar a consistência interpretativa da análise. Nessa perspectiva, distintas formas de expressão simbólica e narrativa são consideradas fontes legítimas de dados, em consonância com autores que defendem a articulação de múltiplos olhares e materiais empíricos na pesquisa qualitativa.

Nessa abordagem, a prática docente é reconhecida como campo de produção de saberes complexos, nos quais linguagem, emoção e ação se entrelaçam, tal como argumenta Fagundes (2016a). A oficina e o grupo focal, portanto, constituíram-se como dispositivos formativos e

investigativos complementares, cuja potência analítica é aprofundada na próxima seção, por meio da ATR integrada das expressões docentes produzidas ao longo da atividade.

7.3 Análise Temática Reflexiva das expressões docentes: poesia e grupo focal

A ATR, conforme proposta por Braun e Clarke (2006, 2019), foi utilizada para examinar os dados produzidos durante a oficina pedagógica e o grupo focal realizados com professores e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú. A ATR se destaca por sua flexibilidade e rigor, permitindo identificar padrões de significado e captar múltiplas dimensões do fenômeno educativo, a partir de diferentes registros qualitativos. A decisão de integrar os dados das poesias coletivas (oficina) e das falas do grupo focal se fundamenta no reconhecimento de que a prática docente se expressa por registros simbólicos, afetivos, institucionais e políticos, e que essa pluralidade é constitutiva do próprio processo formativo.

O processo de análise se orientou rigorosamente pelas etapas propostas por Braun e Clarke (2006, 2019), iniciando-se com a familiarização com os dados, fase em que as transcrições do grupo focal e as poesias foram lidas e relidas em profundidade, permitindo a imersão do pesquisador nos sentidos latentes e explícitos do material. Na segunda etapa, realizou-se a codificação sistemática de unidades de significado, sintetizadas no Quadro 20, que exemplifica os principais códigos identificados, com base nos fragmentos mais representativos das falas e versos coletados.

Quadro 20 – Codificação inicial

Código	Fragmento ilustrativo/excerto	Fonte
Acolhimento	“[...] o carinho e a atenção dos professores [...]”	Grupo Focal
Escuta ativa	“Ouvir é caminhar com firmeza e gentileza”	Poesia
Tempo escasso	“[...] não tenho tempo nenhum pra fazer confraternização”	Grupo Focal
Cansaço	“Um corpo que ensina e adocece”	Grupo Focal
Persistência	“Eu sigo porque acredito. Quando um aluno volta [...]”	Grupo Focal
Engessamento	“A regra cala a criação”	Poesia
Urgência	“O prazo atropela a escuta”	Poesia
Integração	“Buscando sempre a integração”	Poesia

Fonte: Elaborado pelo autor.

A terceira etapa consistiu na busca, agrupamento e revisão dos códigos em categorias provisórias, guiada por afinidade semântica, densidade argumentativa e convergência interpretativa entre os registros empíricos. Por fim, na quarta etapa, as categorias foram refinadas, nomeadas e organizadas em grandes temas consolidados, conforme sistematizado no

Quadro 21, revelando padrões de significado robustos e elucidando as dimensões centrais do fenômeno educativo estudado.

Quadro 21 – Temas consolidados

Tema	Códigos-chave agrupados	Exemplo de fragmentos
Docência como presença ética e afetiva	Acolhimento, escuta ativa, integração	“Educar é caminhar com firmeza e gentileza”
Tempo e ritmo da formação	Urgência, tempo escasso, maturação	“O prazo atropela a escuta”
Vínculo e alteridade	Parceria, reciprocidade, vínculo, escuta	“Parcerias de travessia”
Cansaço, resistência e esperança	Desgaste, persistência, desafio, superação	“Um corpo que ensina e adocece”
Crítica institucional e reinvenção	Engessamento, desejo de mudança, proposta	“A regra cala a criação”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado, emergiram cinco temas principais, que sintetizam os sentidos recorrentes nas falas e nas produções poéticas dos participantes. Esses temas dialogam diretamente com os objetivos específicos da tese, especialmente ao mapear competências, analisar limites institucionais e investigar potencialidades para a inovação curricular e a formação docente no ensino de Engenharia.

Antes de detalhar cada tema em suas respectivas subseções, apresenta-se, a seguir, o Quadro 22, que representa a 5ª etapa da ATR, sintetizando os temas, subtemas/códigos e trechos ilustrativos extraídos dos dados, funcionando como uma visão geral dos achados e facilitando a compreensão do leitor sobre a estrutura da análise. O detalhamento interpretativo de cada tema será realizado nas seções seguintes.

Quadro 22 – Resumo analítico

Tema	Subtema/Código	Trecho ilustrativo (poesia ou fala)
Docência como presença ética e afetiva	Escuta, acolhimento, exemplo	“Educar é caminhar com firmeza e gentileza” (poesia); “A ética para mim é isso: estar inteiro com o outro, mesmo cansado” (fala)
Tempo e ritmo da formação	Urgência vs. Maturação	“O prazo atropela a escuta”; “Vivemos uma lógica de urgência, mas ensinar exige demora”
Vínculo com os estudantes e alteridade	Encontro, reciprocidade	“Parcerias de travessia”; “Eles chegam com dores, com histórias... se eu não escutar, não ensino”
Cansaço, resistência e esperança	Sobrevivência, persistência	“Um corpo que ensina e adocece”; “Eu sigo porque acredito. Quando um aluno volta e diz ‘obrigado’, tudo faz sentido de novo”
Crítica institucional e desejo de reinvenção	Engessamento, proposta	“A regra cala a criação”; “Precisamos de espaços como essa oficina, onde possamos sonhar juntos”

Fonte: Elaborado pelo autor.

A apresentação deste quadro tem como objetivo fornecer uma síntese visual dos principais achados, antecipando os eixos centrais da ATR. Cada um desses temas será aprofundado nas subseções seguintes, onde serão discutidos, à luz do referencial teórico e dos objetivos específicos da pesquisa, sempre articulando os registros da oficina e do grupo focal, para evidenciar a complexidade e a riqueza da experiência docente no contexto investigado.

7.3.1 *Docência como presença ética e afetiva*

A noção de docência como ato ético e afetivo permeia tanto os poemas quanto as falas do grupo focal, revelando uma compreensão ampliada do papel do professor no contexto da formação em Engenharia. Nos versos, o professor é descrito como alguém que “escuta com o corpo”, “acolhe com palavras” e “ensina com o exemplo”. Essa imagem ética é inseparável da dimensão afetiva: o cuidado aparece como parte constitutiva da ação educativa, não como atributo opcional, mas enquanto fundamento do vínculo pedagógico.

Um dos poemas afirma: “Educar é caminhar com firmeza e gentileza”, sintetizando a ideia de presença comprometida, mas não autoritária. No grupo focal, os docentes reforçaram essa visão, ao relatarem que seu trabalho vai além da transmissão de conteúdos, exigindo disponibilidade emocional e sensibilidade para lidar com a diversidade dos estudantes. Uma professora afirmou: “Às vezes o conteúdo é o que menos importa. O aluno precisa é de alguém que o enxergue”. Outra completou: “A ética para mim é isso: estar inteiro com o outro, mesmo cansado”.

Esse conjunto de manifestações revela uma concepção de ética ancorada na escuta, no compromisso com o outro e na responsabilidade compartilhada pelo processo formativo. Em consonância com Freire (1996), educar é um ato de responsabilidade histórica e amorosa, que exige abertura ao diálogo, respeito à singularidade dos sujeitos e compromisso com a transformação social. O afeto, nesse horizonte, é reconhecido como dimensão política e fundante da prática pedagógica, condição para a construção de ambientes de aprendizagem humanizados e significativos.

Os resultados dessa etapa revelam que promover competências para o século XXI na formação em Engenharia implica ir além das habilidades técnicas, demandando a consolidação de relações éticas, sensíveis e cooperativas entre professores e estudantes. A experiência da oficina e do grupo focal demonstra que a valorização da dimensão humana na docência potencializa processos inovadores e fortalece a perspectiva omnilateral de formação sustentada ao longo da tese.

7.3.2 *Tempo e ritmo da formação*

A categoria tempo emerge como um elemento de tensão recorrente e multifacetado na experiência docente, manifestando-se tanto nos poemas quanto nas falas do grupo focal. Nos versos, observa-se uma ambiguidade entre o ritmo acelerado imposto pelas demandas institucionais e o tempo necessário para a maturação dos processos formativos. Expressões, como “o prazo atropela a escuta” e “o tempo foge, a aprendizagem espera”, evocam o desencontro entre a lógica da urgência administrativa e o ritmo mais lento e profundo do ensino significativo, que requer reflexão, diálogo e construção gradual do conhecimento.

Ao mesmo tempo, surgem imagens de resistência e esperança, como em “no silêncio do tempo lento, a educação floresce”, que apontam para a valorização de um tempo pedagógico humanizado e sensível. Ademais, as falas dos docentes reforçam essa percepção, evidenciando a sobrecarga e a sensação de insuficiência temporal para cumprir as múltiplas demandas da profissão. Relatos, como “não dar conta”, “estar sempre correndo” e “ensinar no intervalo entre planilhas e reuniões”, ilustram a tensão entre o tempo disponível e o necessário para o planejamento e a execução de práticas pedagógicas de qualidade.

Um docente destacou: “Vivemos uma lógica de urgência, mas ensinar exige demora, exige tempo de maturação”, ressaltando que o tempo não é apenas um recurso a ser gerido, mas uma dimensão formativa essencial para a efetividade do ensino. Outro docente apontou a insuficiência do tempo para planejamento, o que compromete a qualidade da prática pedagógica e o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Essa tensão temporal revela que o tempo na docência não deve ser compreendido apenas como uma questão de gestão ou eficiência, mas enquanto uma concepção formativa que reconhece a necessidade de um “tempo pedagógico” que respeite os processos de ensinar e aprender. O desejo por esse tempo pedagógico mais humanizado e coerente emerge como uma reivindicação simbólica e prática, presente nas expressões poéticas e discursivas da oficina, alinhando-se a perspectivas que valorizam a aprendizagem significativa e a construção reflexiva do conhecimento.

Os dados analisados nessa etapa mostram que o desenvolvimento de competências para o século XXI, na formação em Engenharia, está profundamente associado à adoção de tempos pedagógicos que respeitem a complexidade dos processos de aprendizagem. A oficina e o grupo focal sinalizam que investir em ambientes institucionais e práticas didáticas pautadas pela flexibilidade, reflexão e humanização favorece não apenas a aquisição de saberes técnicos, mas, sobretudo, a consolidação de maturidade socioemocional. Nesse sentido, a reorganização dos

ritmos formativos emerge como estratégia central para promover inovação pedagógica e superar limites da fragmentação curricular, fortalecendo diretrizes de uma formação integral no contexto desta pesquisa.

7.3.3 Vínculo com os estudantes e alteridade

A relação com os estudantes ocupa lugar central nos discursos e nas poesias produzidas durante a oficina. Nos versos, os alunos são descritos como “parceiros de travessia”, “espelhos do ensinar” e “vozes que também formam”, evidenciando uma compreensão da aprendizagem como processo recíproco e relacional. A alteridade é abordada como fundamento da docência: “escuto o outro, me refaço”. Nessa perspectiva, ensinar e aprender são movimentos de mão dupla, em que o reconhecimento do outro como sujeito pleno é condição para a construção de sentido no processo educativo.

No grupo focal, os professores reforçam a ideia de que os estudantes são sujeitos com trajetórias complexas, que exigem mais do que domínio de conteúdo. Uma fala destacou: “Eles chegam com dores, com histórias... se eu não escutar, não ensino”. Outro docente mencionou: “A relação é o que sustenta tudo. Quando ela se rompe, o ensino vira um ato vazio”. Essas manifestações apontam para uma docência que se reconhece como relacional e ética, evidenciando a necessidade de fortalecer competências, como empatia, escuta sensível, comunicação dialógica e manejo de conflitos, nas quais o vínculo não é entendido como fragilidade, mas enquanto condição, para que o conhecimento faça sentido e o processo de ensino e aprendizagem seja efetivo.

A alteridade, nesse contexto, torna-se critério pedagógico e princípio ético, reafirmando a educação na qualidade de encontro entre sujeitos, como defendem Freire (1996) e autores contemporâneos da área. Reconhecer o outro, com suas histórias, dificuldades e singularidades, é fundamental para a prática docente comprometida com a formação humana integral. O vínculo pedagógico, sustentado pelo respeito, escuta ativa e empatia, potencializa o desenvolvimento cognitivo e emocional dos estudantes, além de fortalecer o sentido social e político da educação, conforme também aponta Silva (2025), ao destacar a empatia como elemento estruturante da relação educativa e promotora de um ambiente escolar mais ético, afetivo e acolhedor.

Os resultados apontam que fortalecer competências para o século XXI, no âmbito da Engenharia, requer investir em práticas pedagógicas sensíveis às histórias, necessidades e potenciais dos estudantes, estimulando relações de confiança mútua e colaboração. Isso implica desenvolver, entre os docentes, competências socioemocionais, como empatia, escuta ativa,

comunicação dialógica e trabalho em equipe, sustentando ambientes cooperativos de aprendizagem. A experiência da oficina e do grupo focal evidencia que reconhecer a alteridade e cultivar vínculos genuínos entre professores e alunos se configuram como aspectos estruturantes para promover inovação curricular e consolidar uma formação integral, alinhada à perspectiva omnilateral adotada nesta tese.

7.3.4 *Cansaço, resistência e esperança*

As produções poéticas e os relatos do grupo focal revelam, de modo contundente, o desgaste emocional que permeia a prática docente na Engenharia. Palavras, como “exaustão”, “peso”, “solidão” e “sobrevivência”, aparecem em ambos os registros, traduzindo o impacto da sobrecarga de trabalho, burocratização e desvalorização profissional. Nos poemas, imagens expressivas, como “um corpo que ensina e adoece” e “a alma cansada que ainda planta saber”, dão forma à experiência de sofrimento, mas também de persistência.

Importante notar que o cansaço, embora presente, não se apresenta como fator paralisante. Ele convive com imagens de resistência e esperança, como em “mesmo no escuro, acendo saberes”, sugerindo que, diante das adversidades, a docência se reinventa como prática de resistência cotidiana. Nos depoimentos do grupo focal, os docentes verbalizam o desalento diante da descontinuidade de políticas formativas, do excesso de tarefas administrativas e da sensação de estar “no automático, perdendo o brilho do começo”. Ainda assim, a maioria expressa permanência sustentada pelo sentido e pelo afeto: “Eu sigo porque acredito. Quando um aluno volta e diz ‘obrigado’, tudo faz sentido de novo”.

Essa ambivalência entre cansaço e esperança configura uma docência marcada pela resistência crítica, em que o afeto emerge como força política e elemento vital da sala de aula. A resistência cotidiana se manifesta como prática de quem insiste em fazer da educação um espaço de possibilidade e transformação, reafirmando o compromisso ético e político do professor com a formação integral dos estudantes. Tal perspectiva dialoga com estudos recentes sobre o trabalho docente, que apontam para a necessidade de reconhecer tanto o sofrimento quanto as estratégias de superação e reinvenção presentes no cotidiano escolar (Santos; Alves; Zanella, 2025).

As evidências apontam que enfrentar os desafios contemporâneos na formação em Engenharia demanda, além de avanços tecnológicos, sensibilidade às dimensões emocionais e institucionais que marcam o cotidiano docente. O reconhecimento da persistência crítica e da esperança transformadora, emergente na oficina e no grupo focal, destaca-se como princípio

fundamental para o desenvolvimento de práticas pedagógicas sustentáveis, fortalecendo o horizonte de uma formação integral e omnilateral, proposto nesta tese.

7.3.5 *Crítica institucional e desejo de reinvenção*

Em termos práticos, as falas e poemas expressam, de modo contundente, o desconforto dos docentes com a rigidez institucional, a falta de diálogo e os entraves à inovação nos cursos de Engenharia. Termos, como “engessamento”, “normas que não escutam” e “muros invisíveis”, traduzem uma percepção de distanciamento entre professores e gestão, enquanto versos, como “a regra cala a criação” e “falta ponte entre quem faz e quem manda”, sintetizam simbolicamente a crítica à ausência de espaços democráticos e colaborativos para a construção curricular.

No grupo focal, surgem relatos sobre as dificuldades de implementar projetos integradores, a carência de canais efetivos de escuta institucional e o esvaziamento da extensão como eixo formativo. Docentes apontam que, apesar dos discursos oficiais sobre inovação e interdisciplinaridade, as práticas cotidianas permanecem limitadas por estruturas burocráticas e pela centralização das decisões. Em suas falas, enfatizam a necessidade de espaços institucionais de diálogo e coparticipação, não apenas para expressar insatisfações, mas para construir propostas coletivas e assumir corresponsabilidade pelas mudanças.

Essas manifestações evidenciam um desejo de participação ativa na gestão do currículo e remetem a competências, como colaboração, corresponsabilidade e engajamento institucional, que são centrais nas discussões contemporâneas sobre formação docente crítico-reflexiva e inovação curricular em Engenharia.

A crítica institucional, portanto, não se configura como destrutiva, mas como propositiva. Os docentes manifestam desejo de transformação, desde que haja condições estruturais, abertura ao diálogo e reconhecimento do professor como protagonista da mudança. A reinvenção é vista como possível e necessária, desde que seja coletiva e sustentada por políticas institucionais que valorizem a escuta ativa, a participação docente e a experimentação pedagógica. Esse movimento está em consonância com a literatura sobre inovação curricular em Engenharia, que ressalta a importância do engajamento institucional, do suporte à experimentação didática e da superação de culturas conservadoras para viabilizar mudanças efetivas (Keller-Franco, 2016).

Os resultados apontam que avançar na formação de competências para o século XXI requer não somente inovações nos métodos de ensino, mas também mudanças institucionais

profundas, que favoreçam diálogo, escuta ativa e participação docente. A oficina e o grupo focal revelam que a promoção da autonomia, da colaboração e da experimentação pedagógica funciona como alicerce estratégico na superação das limitações curriculares e consolidação de uma formação integral, conforme proposto nesta tese.

7.4 Fechamento interpretativo da oficina e do grupo focal

A oficina realizada com docentes e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú, constituiu-se como um dispositivo importante de escuta qualificada, expressão simbólica e reflexão crítica sobre a prática docente em cursos de Engenharia. Por meio da produção de poesias colaborativas e, de modo igualmente central, das discussões aprofundadas no grupo focal, foi possível acessar diferentes dimensões da docência: ética, afetiva, institucional, formativa e política. A análise integrada desses registros expressivos, conduzida pela ATR, revelou um conjunto denso de sentidos, tensões e proposições que atravessa o cotidiano pedagógico e aponta para a necessidade de reinvenção da formação em Engenharia.

A articulação entre as linguagens poética e discursiva permitiu a emergência de um campo simbólico compartilhado, no qual os docentes puderam nomear seus desafios, reafirmar compromissos e projetar horizontes possíveis. O grupo focal, em particular, potencializou a escuta institucional e o diálogo horizontal, ampliando o entendimento sobre as práticas pedagógicas vigentes, os limites e as potencialidades institucionais para a adoção de metodologias inovadoras e a valorização da extensão. Os temas identificados, ética e afeto, tempo pedagógico, vínculo com os estudantes, resistência e esperança, crítica institucional e desejo de mudança, reforçam e aprofundam os achados apresentados nos capítulos anteriores, evidenciando a centralidade da escuta, da coletividade e da reinvenção crítica da prática docente.

Além de documentar uma etapa da investigação, a oficina e o grupo focal se consolidaram como estratégias formativas e investigativas que dialogam diretamente com os objetivos específicos da tese: compreender as percepções de docentes e gestores sobre as práticas pedagógicas, investigar os limites e potencialidades institucionais para a adoção de ensino ágil e educação empreendedora e subsidiar a elaboração de propostas formativas inovadoras e contextualizadas. Assim, a oficina e o grupo focal evidenciaram que a escuta institucional, a valorização da experiência docente e a construção colaborativa de soluções são catalisadores de inovação pedagógica e desenvolvimento profissional, alinhando-se ao

propósito central da pesquisa e à concepção omnilateral de formação defendida ao longo da tese.

7.5 Discussão dos resultados da oficina formativa: sentidos, potencialidades e limites da formação docente

A realização da oficina formativa com docentes e gestores do IFCE, *campus* Maracanaú, detalhada neste capítulo, representa um marco metodológico e simbólico na pesquisa, pois materializa o princípio da escuta qualificada e da formação colaborativa como fundamentos para a inovação pedagógica na Engenharia. Os dados produzidos, poemas coletivos e falas do grupo focal, evidenciam que a formação docente, quando concebida como espaço de diálogo, expressão simbólica e reflexão crítica, potencializa a emergência de sentidos compartilhados e o reposicionamento dos sujeitos, frente aos desafios institucionais.

A ATR das produções docentes permitiu a construção de cinco temas interpretativos centrais: docência como presença ética e afetiva; tempo e ritmo da formação; vínculo com os estudantes e reconhecimento da alteridade; cansaço, resistência e esperança; crítica institucional associada ao desejo de reinvenção. Esses temas dialogam diretamente com a literatura sobre formação docente crítica (Freire, 1996; Fagundes, 2016a), que enfatiza a necessidade de espaços formativos que valorizem a escuta, a linguagem sensível e a construção coletiva de sentidos, superando a lógica tecnicista e individualista predominante na cultura institucional de muitos cursos de Engenharia.

O reconhecimento da docência enquanto prática ética e afetiva, presente tanto nos poemas quanto nas falas, reforça a centralidade do vínculo e da alteridade como fundamentos do processo formativo. Esse achado converge com Freire (1996), para quem a educação é um ato de responsabilidade histórica e amorosa, e com estudos que destacam o papel do afeto e da escuta na constituição de ambientes de aprendizagem significativos (Fagundes, 2016a; Braun; Clarke, 2006).

Ademais, a tensão entre o tempo institucional e o tempo da formação, evidenciada nos relatos sobre sobrecarga, urgência e precarização do trabalho docente, aponta para a necessidade de políticas institucionais que garantam tempos e espaços para o planejamento coletivo, a experimentação pedagógica e a formação continuada. Esse desafio é recorrente na literatura sobre formação de professores engenheiros, que denuncia a ausência de projetos estruturados de formação permanente e a tendência à valorização exclusiva do domínio técnico em detrimento dos saberes pedagógicos.

O cansaço e a resistência, embora presentes como marcas do cotidiano docente, não anulam o desejo de reinvenção e transformação. A oficina demonstrou que, mesmo diante das adversidades, há um campo fértil de esperança crítica e de disposição para a construção coletiva de alternativas, desde que haja abertura institucional e valorização do protagonismo docente. Esse achado reforça a importância das oficinas pedagógicas como dispositivos de mobilização, engajamento e ressignificação da prática, conforme apontam estudos recentes sobre o impacto positivo dessas estratégias na motivação, no engajamento e no desenvolvimento de competências docentes e discentes.

A crítica institucional, longe de ser destrutiva, emerge como potência propositiva: os docentes manifestam o desejo de participar ativamente da construção curricular, propor inovações e atuar em redes colaborativas. Essa postura está alinhada à concepção de professor pesquisador e reflexivo (Fagundes, 2016a), fundamental para a consolidação de culturas pedagógicas inovadoras e para a superação do isolamento profissional que ainda caracteriza grande parte do ensino de Engenharia no Brasil.

A oficina também evidenciou a potência das metodologias ativas, da educação empreendedora e do ensino ágil como caminhos para a superação da fragmentação curricular e da passividade discente, corroborando com estudos que defendem a centralidade da ação, da criatividade e da aprendizagem situada no desenvolvimento de competências para o século XXI. O uso da dinâmica poética e do *Scrum* adaptado à educação mostrou que é possível engajar docentes em processos formativos inovadores, que integrem teoria e prática, emoção e razão, planejamento e ação.

7.5.1 Como a proposta da tese responde aos resultados da oficina

A proposta de trilha formativa docente, que será detalhada no capítulo seguinte, responde diretamente aos sentidos e demandas emergentes da oficina. Ao propor espaços sistemáticos de formação continuada, colaborativa e interdisciplinar, ancorados em metodologias ágeis e educação empreendedora, a tese oferece um modelo replicável de desenvolvimento profissional docente, capaz de enfrentar os desafios identificados e de promover a transformação curricular, de modo participativo e contextualizado.

A valorização da escuta, da expressão simbólica e do diálogo institucional, evidenciada na oficina, fundamenta a concepção de formação omnilateral e crítica que orienta toda a tese. Os resultados da intervenção formativa confirmam que a inovação pedagógica na Engenharia

depende não apenas de mudanças estruturais, mas da criação de culturas institucionais abertas à experimentação, ao erro, à criatividade e à participação ativa de docentes e estudantes.

A discussão dos resultados da oficina formativa reforça o argumento central da tese: a transformação da formação em Engenharia exige a articulação entre inovação curricular, políticas de formação docente, valorização da extensão e protagonismo institucional. Os achados apresentados consolidam as bases para a proposta de intervenção pedagógica detalhada no Capítulo 8, reafirmando a centralidade da pesquisa-formação como prática ética, coletiva e transformadora.

7.6 Alinhamento entre os resultados da oficina e a proposta teórica

As evidências produzidas na oficina pedagógica e do grupo focal dialogam de modo direto e consistente com o referencial teórico que fundamenta esta tese, especialmente no que diz respeito à centralidade da formação docente crítica, à valorização das competências do século XXI e à necessidade de práticas pedagógicas colaborativas, omnilaterais e contextualizadas (Freire, 1996; Braun; Clarke, 2006; Peixôto; Queiroz; Nascimento, 2022). As dimensões éticas, afetivas e institucionais, identificadas nas expressões docentes, confirmam a hipótese de que a transformação curricular e a inovação pedagógica dependem da escuta ativa, da construção coletiva de sentidos e da articulação entre teoria e prática.

Os temas emergentes, docência ética e afetiva, tempo pedagógico, vínculo com estudantes, resistência e esperança, crítica institucional e desejo de mudança, refletem e aprofundam as discussões sobre formação integral, inovação com sentido, extensão como eixo articulador e currículo vivo, conforme defendido por Freire (1996), Fagundes (2016a; 2016b) e pelas DCN da Engenharia. Além disso, esses achados dialogam diretamente com os objetivos específicos da tese, ao mapear competências essenciais, analisar limites institucionais e propor caminhos para práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas.

A oficina e o grupo focal também reforçam que a integração entre metodologias ágeis, educação empreendedora e formação por competências pode potencializar o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais, desde que ancorada em valores éticos, escuta institucional e participação ativa dos docentes. Assim, os resultados qualitativos legitimam e fortalecem a proposta teórica e metodológica defendida ao longo da tese, indicando caminhos viáveis para a reorganização curricular e a formação docente na Engenharia.

7.7 Lições aprendidas e contribuições para a prática docente

A ATR dos dados produzidos na oficina e no grupo focal evidencia um conjunto de lições aprendidas que contribuem de forma significativa para o aprimoramento da prática docente em Engenharia. Em primeiro lugar, destaca-se a importância de criar e institucionalizar espaços permanentes de escuta, diálogo e experimentação pedagógica, como oficinas e grupos focais, que favoreçam a reflexão crítica, a expressão simbólica e a construção coletiva de sentidos. Entre as principais contribuições para a prática docente, ressaltam-se:

- I. O reconhecimento do afeto, da ética e do vínculo como fundamentos do processo educativo;
- II. A valorização de um tempo pedagógico mais flexível e humanizado, que respeite os ritmos de aprendizagem e promova a maturação das competências;
- III. A centralidade da alteridade e da escuta ativa na relação com os estudantes, potencializando o desenvolvimento integral e o engajamento;
- IV. A resistência e a esperança como forças políticas e formativas, que sustentam o compromisso com a transformação social, mesmo diante das adversidades;
- V. A necessidade de políticas institucionais que promovam a participação docente, a autonomia e a experimentação curricular, superando a rigidez e o distanciamento entre gestão e professores.

Essas lições reforçam que a formação docente, quando orientada por princípios críticos, colaborativos e inovadores, pode ser um catalisador de transformação institucional e de desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. Os achados também sugerem que a escuta institucional e a valorização da experiência docente são condições indispensáveis para a construção de práticas pedagógicas contextualizadas, éticas e inovadoras, em sintonia com a formação omnilateral e os desafios contemporâneos da Engenharia.

Diante desse conjunto de evidências, o Capítulo 8 dará continuidade ao percurso investigativo, ao apresentar recomendações e proposições concretas para o aprimoramento da formação em Engenharia. Com base na triangulação entre as evidências qualitativas produzidas na oficina e no grupo focal, as análises documentais dos PPCs e das diretrizes curriculares e o referencial teórico mobilizado nesta pesquisa, o próximo capítulo detalha a proposta de trilha formativa, o desenvolvimento do curso *online* aberto (MOOC) e as estratégias para institucionalização de práticas inovadoras na formação docente. Assim, avança-se da escuta e análise crítica para a construção de dispositivos formativos e recomendações aplicáveis,

reafirmando o compromisso da tese com a transformação curricular, a formação omnilateral e a promoção de competências essenciais para o século XXI na Engenharia.

8 RECOMENDAÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

Este capítulo apresenta um conjunto articulado de proposições fundamentadas nos dados empíricos coletados ao longo da pesquisa e nos referenciais teóricos explorados nos capítulos precedentes. A partir da análise das percepções de estudantes e docentes (Capítulos 5 e 6), bem como das oficinas realizadas com professores (Capítulo 7), emergiram elementos consistentes que evidenciam a necessidade de reconfiguração da formação em Engenharia, abrangendo não apenas os conteúdos mobilizados, mas também as práticas pedagógicas e os dispositivos institucionais de formação docente.

As recomendações sistematizadas neste capítulo contemplam diretrizes pedagógicas alinhadas às competências do século XXI, à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), às DCN e à política de curricularização da extensão universitária. Assim, propõe-se a implementação de três componentes formativos articulados à trajetória acadêmica do estudante, com ênfase na ação situada, na integração entre teoria e prática e na construção coletiva do conhecimento.

Nesse contexto, destaca-se o curso GPEI, detalhado nas seções subsequentes, apresentado como uma resposta concreta às demandas formativas dos professores da Rede Federal, fundamentado na escuta institucional, nas evidências empíricas e nos princípios de uma formação crítica, ética e responsiva.

Importa ressaltar que as proposições aqui apresentadas não possuem caráter normativo ou prescritivo, mas objetivam oferecer caminhos exequíveis, enraizados na realidade institucional, para a qualificação dos processos formativos nos cursos de Engenharia. Mais do que indicar soluções definitivas, este capítulo propõe possibilidades construídas coletivamente, orientadas por princípios de coerência pedagógica, compromisso social e diálogo permanente com os sujeitos da prática educativa.

8.1 Diretrizes pedagógicas baseadas nos dados e na literatura

A análise integrada dos dados quantitativos e qualitativos apresentados nos capítulos anteriores evidenciou um conjunto de fragilidades e potencialidades na formação em Engenharia. Entre os principais aspectos apontados por estudantes e professores se destacam a fragmentação dos conteúdos curriculares, a ausência de espaços sistematizados para integração

entre ensino, pesquisa e extensão, a insuficiente valorização das competências socioemocionais e a desmotivação docente frente às condições institucionais.

Esses resultados convergem com a literatura contemporânea, que ressalta os desafios da formação superior no século XXI, especialmente em áreas técnicas. Autores, como Trilling e Fadel (2009) e Zabala e Arnau (2010), defendem que a formação profissional deve superar a mera transmissão de conteúdos, priorizando o desenvolvimento de competências, como pensamento crítico, criatividade, colaboração, empatia, iniciativa e responsabilidade social. Essas competências são também enfatizadas nas DCN e na BNCC, reforçando a necessidade de metodologias que articulem teoria e prática, promovam a aprendizagem significativa e valorizem a experiência dos sujeitos.

Com base nos dados da pesquisa e no arcabouço teórico, foram sistematizadas as seguintes diretrizes pedagógicas para a reconfiguração da formação em Engenharia:

- I. Promoção de percursos formativos integrados, articulando áreas técnicas, humanísticas e sociais, superando a lógica disciplinar fragmentada;
- II. Valorização da experiência docente e discente como fonte de conhecimento pedagógico, reconhecendo o professor como agente reflexivo e o estudante como sujeito ativo da aprendizagem (Fagundes, 2016a; Freire, 1996);
- III. Incorporação de metodologias ativas e ágeis, como o uso do *Scrum* educacional, *Effectuation* e *Lean Canvas*, favorecendo a aprendizagem por projetos, o trabalho em equipe e a resolução de problemas reais;
- IV. Articulação efetiva entre ensino, pesquisa e extensão, promovendo a integração dos saberes em contextos institucionais e comunitários;
- V. Avaliação como processo formativo e dialógico, centrado na autorregulação da aprendizagem, no *feedback* construtivo e no desenvolvimento contínuo de competências (Perrenoud, 1999; Luckesi, 2011).

Essas diretrizes fundamentam as proposições que serão detalhadas nas próximas seções, oferecendo bases para a construção de experiências formativas mais coerentes, com os desafios contemporâneos da educação em Engenharia.

8.2 Conexões entre as DCN da Engenharia e a curricularização da extensão

As proposições pedagógicas sistematizadas nesta tese estão rigorosamente alinhadas aos marcos normativos que orientam a formação superior em Engenharia no Brasil, destacando-se, especialmente, as DCN dos cursos de graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº

2/2019) e a Resolução CNE/CES nº 7/2018, que regulamenta a curricularização da extensão universitária (Brasil, 2018, 2019).

As DCN da Engenharia estabelecem um novo paradigma formativo, ao enfatizar o desenvolvimento de competências técnicas, científicas, humanísticas e éticas, articulando teoria, prática e compromisso social. O perfil do egresso é delineado de modo a contemplar visão holística, pensamento crítico, criatividade, atuação inovadora e empreendedora, além de capacidade de resolver problemas complexos, considerando dimensões políticas, econômicas, sociais, ambientais e culturais (Brasil, 2019). Esse direcionamento amplia o papel do engenheiro, conectando-o a contextos reais e às demandas do desenvolvimento sustentável.

No mesmo sentido, a Resolução CNE/CES nº 7/2018 determina que todos os cursos de graduação devem incluir, no mínimo, 10% da carga horária total em atividades de extensão, as quais devem ser integradas ao currículo e articuladas, de forma indissociável, ao ensino e à pesquisa. Tais atividades devem estar vinculadas à formação do estudante e aos PPCs, reforçando a necessidade de experiências formativas que transcendam a sala de aula tradicional e promovam a integração com a sociedade (Brasil, 2018).

As propostas desta tese, como os componentes formativos articulados à jornada do estudante, o curso GPEI e a sequência didática baseada em metodologias ágeis, respondem, de modo concreto, a essas exigências normativas, ao oferecer dispositivos formativos que integram conhecimento técnico e experiências significativas, com foco na realidade dos estudantes e na resolução de problemas reais. A valorização da escuta institucional, da atuação ética e colaborativa e da integração entre ensino, pesquisa e extensão, presente nas proposições da pesquisa, dialoga diretamente com os princípios estabelecidos nos documentos legais (Brasil, 2018, 2019).

Dessa forma, ao buscar não apenas atender às exigências formais, mas interpretá-las criticamente à luz do contexto educacional da Rede Federal, esta tese propõe um caminho viável e comprometido com a transformação da formação em Engenharia, em consonância com as demandas contemporâneas da educação superior brasileira.

8.3 Validação da proposta de trilha formativa em três etapas para cursos de Engenharia

A proposição de uma trilha formativa composta por três disciplinas, articuladas ao longo da graduação em Engenharia, resultou da convergência entre os dados quantitativos e qualitativos desta pesquisa. Essa trilha foi concebida para enfrentar lacunas formativas identificadas nas percepções de docentes e estudantes, oferecendo uma resposta pedagógica

viável, situada e compatível com os PPCs dos Institutos Federais. As três disciplinas propostas, cujas ementas e justificativas completas estão detalhadas nos ANEXOS C, D e E, estruturam-se da seguinte forma:

- I. Introdução à Formação Engenheira: Saberes, Práticas e Oportunidades, ofertada no primeiro semestre, com possibilidade de substituição ou ampliação da tradicional disciplina de Introdução à Engenharia, integrando componentes de ensino, pesquisa, extensão, cultura empreendedora e planejamento acadêmico-profissional;
- II. Projetos de Inovação Social e Educação Empreendedora: Metodologias Ágeis para a Extensão Universitária, ofertada entre o 3º e o 5º semestres, com foco em projetos de impacto social com uso de metodologias ágeis, vinculando-se diretamente aos 10% de carga horária obrigatória da extensão, conforme a Resolução CNE/CES nº 7/2018;
- III. Engenharia Aplicada ao Mundo do Trabalho: Projetos de Inovação com Metodologias Ágeis, ofertada nos semestres finais, como disciplina de culminância. Tem por objetivo conectar os saberes acadêmicos às demandas reais do setor produtivo e da sociedade, através de projetos aplicados em parceria com empresas ou comunidades locais, também com potencial de carga horária extensionista.

Ao articular disciplinas de entrada, meio e culminância, a trilha formativa contribui para distribuir, ao longo do curso, experiências sistematizadas de extensão social e acadêmico-profissional, evitando que a curricularização da extensão se concentre em ações pontuais e desarticuladas. Ainda que, em termos de carga horária, essas três disciplinas não alcancem isoladamente o mínimo de 10% previsto na legislação, elas operam como eixo estruturante da dimensão extensionista do currículo, demandando sua articulação com outros componentes e projetos de extensão institucionais para o efetivo cumprimento desse percentual.

8.3.1 Aceitação discente da proposta

A aceitação da proposta de trilha formativa pelos estudantes dos cursos de Engenharia revelou elevado grau de adesão e identificação com seus princípios centrais, especialmente a articulação entre teoria e prática, a aprendizagem por projetos e o foco em competências aplicáveis ao mundo do trabalho e à realidade social. As questões 18 a 23 do questionário quantitativo foram elaboradas para aferir a percepção discente sobre a inclusão de disciplinas, como empreendedorismo nos momentos iniciais do curso, metodologias ágeis e resolução de

problemas reais. Os dados obtidos indicaram níveis majoritários de concordância, com percentuais superiores a 80% em todos os itens, conforme sintetizado na Tabela 17.

Ressalta-se ainda que as questões 18 (discentes) e 20 (docentes) sobre a disciplina de empreendedorismo no início da graduação foi ajustado ao longo da pesquisa, a fim de facilitar a sua implementação e adequar ao que foi captado nas entrevistas com professores e gestores.

Tabela 17 – Aceitação dos alunos

Questão	Tema	Concordância (Notas 4 + 5)
Q18	Inclusão de disciplina de empreendedorismo no início do curso	82%
Q19	Disciplina de gestão de projetos com métodos ágeis (ex: <i>Scrum</i>)	89%
Q20	Disciplina voltada à resolução de problemas reais com impacto social	91%
Q22	Abordagem integrada entre inovação, extensão e metodologias ágeis	87%
Q23	Desejo por mais componentes com foco prático e empreendedor	85%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse resultado reforça diagnósticos já consolidados na literatura especializada, como em Zabala e Arnau (2010) e Trilling e Fadel (2009), que destacam o interesse crescente dos estudantes por modelos formativos baseados na resolução colaborativa de desafios reais, em contraste com percursos centrados exclusivamente na transmissão de conteúdos teóricos. Além disso, a valorização de disciplinas com abordagem extensionista e metodologias ágeis evidencia sintonia com a política de curricularização da extensão e com diretrizes internacionais de ensino por competências (Brasil, 2018).

Adicionalmente, estudos recentes sobre adaptação e engajamento discente em cursos de Engenharia apontam que experiências inovadoras, centradas no protagonismo do estudante e na resolução de problemas reais, contribuem para maior integração acadêmica, desenvolvimento de habilidades socioemocionais e redução de índices de evasão (Rodrigues; Rodrigues; Barbosa, 2024; Albuquerque *et al.*, 2025). A adoção de metodologias ativas, como *Problem-Based Learning* e práticas extensionistas, potencializa o desenvolvimento do comportamento empreendedor, da tomada de decisão e do pensamento crítico, aspectos fortemente demandados pelo perfil profissional contemporâneo (Lucas Júnior, 2023; Albuquerque *et al.*, 2025).

8.3.2 Aceitação docente da proposta

A análise do questionário aplicado com trinta docentes da área de Engenharia revelou uma percepção amplamente favorável à estrutura da trilha formativa proposta. A maioria dos professores reconheceu o valor pedagógico da reorganização curricular baseada em projetos reais, com foco social e na utilização de metodologias ativas. A Tabela 18 sintetiza os principais resultados de concordância dos docentes com os elementos centrais da trilha.

Tabela 18 – Concordância dos docentes com elementos da trilha

Questão	Tema	Concordância (Notas 4 + 5)
Q20	Disciplina de empreendedorismo no início da graduação	79%
Q21	Disciplina com metodologias ágeis aplicadas a projetos reais	87%
Q22	Projetos com impacto social e comunitário como parte do curso	85%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses dados evidenciam uma receptividade concreta para propostas de inovação pedagógica ancoradas na realidade institucional, em consonância com Perrenoud (2000), que concebe o docente como gestor de situações complexas, e Moran (2015), que defende a superação de formatos instrucionais rígidos, por meio de abordagens experienciadas e flexíveis.

Ademais, a convergência entre docentes e discentes, quanto ao valor de disciplinas centradas na aprendizagem por projetos, impacto social e articulação com o território, indica que a proposta da trilha não representa um rompimento abrupto, mas sim uma evolução coerente e desejada do modelo formativo vigente. Tal alinhamento reforça o potencial de implementação da trilha formativa como resposta às demandas contemporâneas da educação em Engenharia, promovendo práticas pedagógicas mais contextualizadas, colaborativas e alinhadas aos desafios do século XXI.

8.3.3 Validação qualitativa com gestores e docentes

As entrevistas realizadas com catorze docentes e gestores estratégicos do IFCE permitiram aprofundar as percepções institucionais acerca da trilha formativa proposta. Os excertos selecionados representam diferentes papéis institucionais, como coordenação de curso, gestão acadêmica, docência em disciplinas técnicas e transversais, que evidenciam tanto aceitação conceitual quanto viabilidade prática da proposta.

Seria uma sacada muito bacana. O aluno começa vendo o que existe e se anima. No meio ele já pode atuar com algo real, social, e no final aplicar tudo em um desafio concreto (E13-GESTORA).

Essa fala evidencia a percepção de sequenciamento lógico da trilha, em consonância com o ciclo formativo defendido por Dewey (2009), que valoriza a aprendizagem situada e progressiva, ancorada em experiências significativas, desde o início do percurso acadêmico.

Essa estrutura com começo, meio e fim me parece perfeita. A gente conseguiria respeitar o tempo do estudante e fazer ele entender que empreender e inovar também é compromisso social (E06-DOCENTE).

Neste depoimento, destaca-se a compreensão de que o empreendedorismo, articulado à dimensão social, contribui para a formação de um engenheiro crítico e comprometido com o desenvolvimento sustentável, em consonância com os ODS (Organização das Nações Unidas, 2015) e a concepção freireana de docência enquanto ato ético e político (Freire, 1996).

Se for bem desenhado, dá pra encaixar essa disciplina do meio e a do final dentro dos 10% da extensão. E ainda resolve esse problema da desconexão com o território (E02-GESTORA).

Essa fala reforça o potencial institucional da proposta, ao vinculá-la diretamente à Resolução nº 7/2018 e à curricularização da extensão, oferecendo uma resposta concreta ao desafio da desconexão entre universidade e sociedade, amplamente diagnosticado nas entrevistas e nos dados quantitativos.

É uma proposta excelente, mas precisa vir com carga horária clara, com formação de professores e com previsão no PPC. Não adianta ser só mais um projeto bonito (E04-COORD).

Essa observação alerta para as condições operacionais necessárias à efetividade da proposta, destacando a importância de planejamento, suporte institucional e articulação com os colegiados de curso.

Talvez pudesse começar como uma disciplina optativa, em alguns cursos, pra depois virar obrigatória. Testar o modelo antes (E10-GESTORA).

Essa sugestão aponta para uma estratégia de implementação gradual, compatível com a lógica de experimentação e avaliação formativa, permitindo adaptações conforme as realidades dos diferentes *campi*.

A partir dessa escuta institucional, evidencia-se que a trilha formativa é percebida como viável, desejável e estrategicamente alinhada tanto às diretrizes nacionais quanto às demandas locais da formação em Engenharia. O reconhecimento do sequenciamento lógico, da integração com a extensão e da necessidade de planejamento e formação docente reforça a robustez e a

aderência da proposta ao contexto institucional, consolidando-a como um caminho promissor para a qualificação da formação em Engenharia na Rede Federal.

8.3.4 *Convergência analítica: síntese da validação empírica*

A triangulação entre os três blocos de dados analisados – questionário discente, questionário docente e entrevistas qualitativas – evidencia uma convergência significativa quanto à pertinência e aplicabilidade da trilha formativa proposta para os cursos de Engenharia.

Do ponto de vista discente, os elevados índices de concordância com disciplinas voltadas ao empreendedorismo, à resolução de problemas reais e ao uso de metodologias ativas apontam para uma demanda concreta por inovação didático-pedagógica. Os estudantes expressam não apenas o desejo por novas formas de aprender, mas também reconhecem o valor de uma formação mais conectada à realidade social e profissional, em consonância com Trilling e Fadel (2009) e Zabala e Arnau (2010).

No âmbito docente, observa-se o reconhecimento da viabilidade pedagógica e institucional da trilha, especialmente pelo alinhamento à política de extensão e à educação por competências (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023a). As respostas dos professores, tanto nos questionários quanto nas entrevistas, revelam disposição para colaborar com experiências piloto e incorporar a proposta de modo progressivo, desde que sejam garantidos planejamento, apoio formativo e previsibilidade nos PPCs.

Ademais, a validação qualitativa com gestores institucionais reforça que a trilha não apenas responde a lacunas formativas diagnosticadas, mas também se articula, de maneira consistente, com os marcos regulatórios atuais, como a curricularização da extensão (Brasil, 2018) e as DCN da Engenharia.

Dessa forma, a trilha formativa apresentada se consolida como uma resposta coerente tanto aos dados empíricos quanto aos referenciais teóricos da tese, respeitando os limites operacionais e institucionais da Rede Federal. Assim, sua implementação potencializa o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI, promovendo práticas pedagógicas inovadoras, colaborativas e alinhadas às demandas contemporâneas da formação em Engenharia.

8.3.5 Encaminhamentos propositivos

Diante da validação empírica e da coerência com os marcos legais e pedagógicos analisados, propõe-se que a trilha formativa seja incorporada, de modo progressivo, aos cursos de Engenharia da Rede Federal, com adaptações que respeitem o perfil e o contexto de cada *campus*. A proposta contempla três disciplinas complementares e articuladas entre si, estruturadas para potencializar o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI e promover a integração entre ensino, pesquisa, extensão e inovação. A trilha apresentada inicialmente é detalhada com a seguinte proposta de inserção estratégica:

- I. Introdução à Formação Engenheira: Saberes, Práticas e Oportunidades: recomenda-se sua implementação no início da graduação, preferencialmente integrada ou articulada à já existente Introdução à Engenharia. Seu foco é apresentar aos estudantes as múltiplas possibilidades de atuação, incluindo programas de extensão, empresas juniores, incubadoras, eventos de empreendedorismo e o desenvolvimento das competências iniciais necessárias à trajetória acadêmica e profissional;
- II. Projetos de Inovação Social e Educação Empreendedora: Metodologias Ágeis para a Extensão Universitária: esta disciplina, situada na metade do curso, propõe o uso de metodologias ágeis (como *Scrum* e *Kanban*) para a elaboração de projetos extensionistas de impacto social. Tal abordagem está plenamente alinhada às exigências da curricularização da extensão, promovendo a integração ensino-pesquisa-extensão e fortalecendo o compromisso social da formação em Engenharia;
- III. Engenharia Aplicada ao Mundo do Trabalho: Projetos de Inovação com Metodologias Ágeis: como culminância do percurso formativo, esta disciplina visa articular os saberes, construídos ao longo da graduação, à resolução de problemas complexos e situados, em parceria com empresas ou comunidades locais. Pode ser vinculada aos 10% obrigatórios de extensão, sendo estruturada para fomentar o protagonismo estudantil, a cooperação interprofissional e a contribuição ao desenvolvimento local.

Cada disciplina apresenta objetivos formativos, estratégias pedagógicas e instrumentos avaliativos detalhados, conforme descrito nos ANEXOS 5, 6 e 7 da tese. Recomenda-se que a implementação inicial ocorra em formato optativo ou como módulos integradores, permitindo avaliação e ajustes, conforme as especificidades de cada *campus*.

Nessa organização, o segundo momento da trilha assume caráter de extensão social, ao envolver estudantes em projetos voltados a comunidades, escolas e territórios específicos, fortalecendo a relação entre a formação em Engenharia e as demandas locais. Já o terceiro momento, configura uma extensão de natureza acadêmico-profissional, ao aproximar os estudantes de empresas e instituições públicas e trabalhar problemas reais do mundo do trabalho como situações de aprendizagem. Essa diferenciação explicita a dimensão “fora dos muros” da proposta e reforça a aderência da trilha às diretrizes de curricularização da extensão na Rede Federal.

Além disso, destaca-se a importância do curso GPEI, que será descrito na seção 8.4, como recurso estratégico de apoio à formação dos professores envolvidos na implementação da trilha. Essa formação docente continuada é fundamental para garantir coerência, qualidade didática e adesão dos docentes às novas práticas propostas, fortalecendo a sustentabilidade e o impacto institucional da inovação curricular.

Esses encaminhamentos visam consolidar uma trajetória formativa inovadora, flexível e ética, alinhada às demandas contemporâneas da Engenharia e aos princípios de formação omnilateral e crítica, promovendo a transformação efetiva da prática educativa na Rede Federal.

8.4 Curso Gestão de Projeto Educacionais Inovadores

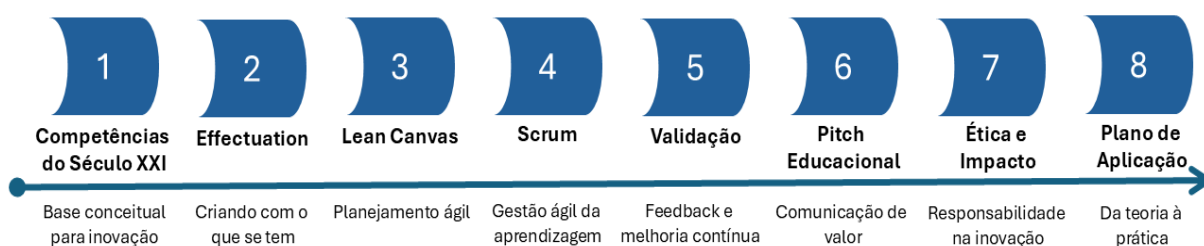
Os resultados desta tese evidenciaram lacunas significativas na formação docente dos cursos de Engenharia, especialmente no que diz respeito à articulação entre currículo, inovação pedagógica, ética profissional e o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. Frente a esse diagnóstico, e em consonância com as demandas identificadas junto a gestores, professores e estudantes, tornou-se necessário delinear uma proposta de intervenção que extrapolasse o campo analítico e oferecesse alternativas concretas para o enfrentamento desses desafios.

Nesse contexto, apresenta-se o curso GPEI, concebido como uma estratégia formativa para professores da EPT, com ênfase na área de Engenharias. Estruturado no formato de curso *online* aberto e massivo (MOOC), o GPEI se fundamenta nos princípios do ensino ágil, nas metodologias ativas e na promoção das competências do século XXI, buscando garantir replicabilidade, acessibilidade e aplicabilidade em diferentes realidades institucionais da Rede Federal.

A elaboração do curso está ancorada nos referenciais críticos e pedagógicos discutidos nos capítulos anteriores, configurando-se como desdobramento coerente da pesquisa e proposta

de ação transformadora para a formação docente. O curso visa não apenas suprir lacunas formativas, mas também fortalecer o protagonismo do professor enquanto agente de inovação e de transformação social, alinhando-se aos princípios de ética, flexibilidade curricular e compromisso com a aprendizagem significativa. A Figura 12 apresenta a sequência de módulos que serão detalhados nas seções seguintes.

Figura 12 – Jornada GPEI



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, são apresentados os fundamentos pedagógicos e a estrutura instrucional do curso, detalhando sua lógica modular, os instrumentos de avaliação e a estratégia de validação com docentes da Engenharia, além de uma análise sobre seu potencial de replicação como política de formação continuada, no âmbito da educação pública.

8.4.1 Estruturação e fundamentação do curso

A estruturação do curso GPEI foi orientada por três princípios pedagógicos centrais: o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, a articulação entre práticas formativas e a realidade dos professores, por meio de metodologias ágeis, e o compromisso ético com a formação crítica e reflexiva do docente como agente de transformação social. A escolha pelo formato MOOC (curso *online* aberto e massivo) se fundamenta em sua capacidade de democratizar o acesso, promover escalabilidade e atender à diversidade de contextos institucionais presentes na Rede Federal de EPT.

O desenho do curso partiu do diagnóstico das principais lacunas formativas identificadas na pesquisa, tais como a fragmentação curricular, a ausência de espaços sistematizados para formação continuada e a necessidade de práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas. Para responder a esses desafios, o curso foi estruturado em oito módulos formativos, cada um articulando conteúdos teóricos, atividades práticas, instrumentos de autoavaliação e momentos

de reflexão crítica, de modo a favorecer a aprendizagem autorregulada e o protagonismo docente.

A fundamentação teórica do curso se apoia em autores, como Trilling e Fadel (2009), que sistematizam as competências do século XXI, e Freire (1996), que destaca o papel do professor como sujeito ético e mediador de processos emancipatórios. A incorporação de metodologias ágeis, como *Scrum*, *Effectuation* e *Lean Canvas*, busca aproximar a formação docente das demandas contemporâneas por flexibilidade, criatividade, colaboração e foco na resolução de problemas reais.

Dessa forma, a estrutura do curso GPEI não apenas oferece um percurso formativo alinhado às diretrizes nacionais, mas também propicia condições para que os professores desenvolvam competências técnicas, socioemocionais e éticas, essenciais à promoção de práticas pedagógicas transformadoras e à qualificação do ensino de Engenharia na Rede Federal.

8.4.2 Descrição detalhada dos módulos formativos

A estrutura do curso GPEI foi organizada em oito módulos formativos, cada um concebido para responder a lacunas específicas identificadas na formação docente em Engenharia e alinhado ao desenvolvimento das competências essenciais para o século XXI. A seguir, apresenta-se uma descrição sintética de cada módulo, destacando seus objetivos, fundamentos teóricos e competências mobilizadas:

- I. Módulo 1 – Competências do Século XXI e o Papel do Professor: este módulo inicial contextualiza o docente nas transformações contemporâneas da educação, enfatizando as competências do século XXI sistematizadas por Trilling e Fadel (2009) e Griffin e Care (2015). A proposta é promover uma reflexão crítica sobre o papel do professor enquanto sujeito ético e mediador de processos emancipatórios, utilizando instrumentos de autoavaliação (21CSAS adaptada) para diagnóstico formativo do perfil docente;
- II. Módulo 2 – *Effectuation* – Criando com o que se tem: inspirado na lógica empreendedora de Sarasvathy (2001), este módulo estimula o docente a agir a partir dos recursos disponíveis, valorizando criatividade, autonomia e resolução de problemas, diante de contextos incertos. O uso do Canvas de *Effectuation* permite ao professor estruturar ideias de projetos pedagógicos baseados em sua realidade concreta, promovendo protagonismo e inovação;

- III. Módulo 3 – Planejamento com *Lean Canvas* Educacional: neste módulo, os participantes aprendem a utilizar o *Lean Canvas* adaptado ao contexto educacional, organizando projetos pedagógicos de forma ágil, visual e centrada nas necessidades dos estudantes. A abordagem reforça a escuta ativa e o planejamento estratégico, conectando teoria, prática e contexto institucional;
- IV. Módulo 4 – Ensino Ágil com o *Scrum*: o módulo apresenta o *framework Scrum* como metodologia para organizar o trabalho pedagógico em ciclos curtos, colaborativos e iterativos. O docente é orientado a estruturar um *sprint* formativo, promovendo protagonismo estudantil, cooperação e gestão do tempo, em consonância com os princípios das metodologias ágeis e da aprendizagem baseada em projetos;
- V. Módulo 5 – Validação com os Alunos: *Sprint Review* e Escuta Ativa: aqui, o foco recai sobre a avaliação formativa e a escuta ativa dos estudantes, utilizando o *Experience Board* adaptado e estratégias de *feedback* ágil. O docente aprende a coletar e analisar evidências do processo de aprendizagem, ajustando sua prática, com base nos retornos dos alunos, e promovendo melhoria contínua;
- VI. Módulo 6 – *Pitch* Educacional: Comunicação com Clareza e Propósito: este módulo desenvolve a competência comunicativa do professor, capacitando-o a apresentar projetos pedagógicos de forma clara, estratégica e persuasiva. A estrutura do *pitch* é utilizada para fortalecer a síntese, a argumentação e a mobilização de diferentes públicos, incluindo gestores, pares e estudantes;
- VII. Módulo 7 – Ética, Impacto e Responsabilidade: a reflexão ética é central neste módulo, que convida o docente a analisar criticamente o impacto social de suas ações pedagógicas, considerando inclusão, equidade e sustentabilidade. O debate é fundamentado em Freire (1996), Perrenoud (2000) e nos ODS (Organização das Nações Unidas, 2015);
- VIII. Módulo 8 – Avaliação da Jornada e Plano de Aplicação: no módulo final, o professor realiza uma autoavaliação comparativa das competências desenvolvidas ao longo do curso e elabora um plano de aplicação prática do projeto pedagógico criado. O objetivo é consolidar a formação autoral, garantindo coerência, viabilidade e impacto real no contexto de atuação docente.

A trilha formativa proposta pelo curso articula, de maneira coerente e progressiva, uma formação docente ancorada em fundamentos éticos, competências do século XXI e metodologias ágeis. Cada módulo cumpre uma função específica no ciclo formativo: inicia-se com o diagnóstico e a sensibilização do professor, frente aos desafios contemporâneos da

educação (Módulo 1), passando pela mobilização de recursos pessoais e institucionais para a ação (Módulo 2), pela modelagem e planejamento de projetos, com base em ferramentas visuais e centradas no estudante (Módulo 3), e pela organização prática da proposta em ciclos de aprendizagem ágeis (Módulo 4).

A segunda metade da trilha consolida o caráter reflexivo e autoral da formação, ao enfatizar a escuta ativa dos estudantes e a validação da prática pedagógica (Módulo 5), a capacidade de comunicação e síntese do docente como articulador de sentido (Módulo 6), a ancoragem ética das ações educativas (Módulo 7) e a consolidação de um plano de aplicação realista e transformador (Módulo 8). Essa lógica sequencial não apenas promove a aquisição de ferramentas, mas, sobretudo, favorece a construção de um novo posicionamento profissional mais autônomo, sensível, colaborativo e ético.

A trilha, portanto, expressa um percurso de formação autoral e que rompe com modelos prescritivos e fragmentados de capacitação docente. Ao integrar teoria, prática, escuta e autoria, o curso busca contribuir com o fortalecimento de uma cultura docente mais responsiva aos desafios da contemporaneidade educacional, alinhada às exigências de uma formação integral e comprometida com o bem comum.

8.4.3 Instrumento de Autoavaliação 21CSAS Adaptado

O instrumento de autoavaliação 21CSAS (*21st Century Skills Assessment Scale*), adaptado para o contexto da formação docente em Engenharia, constitui-se como elemento central para o acompanhamento do desenvolvimento das competências do século XXI ao longo do curso GPEI. Sua aplicação está prevista em dois momentos distintos da trilha formativa: no início (Módulo 1), como diagnóstico formativo, e ao final (Módulo 8), como avaliação comparativa e reflexiva da trajetória do professor.

A versão adaptada da escala foi estruturada a partir do modelo internacional ATC21S (*Assessment and Teaching of 21st Century Skills*), coordenado por Griffin e Care (2015), e validada para o contexto brasileiro, com base nas competências elencadas por Trilling e Fadel (2009) e na BNCC. O objetivo é promover uma avaliação formativa que vá além da mensuração de conhecimentos declarativos, estimulando o docente a refletir sobre a frequência e a profundidade com que mobiliza cada competência em sua prática cotidiana.

A escala está organizada em seis dimensões, cada uma composta por três itens avaliativos, totalizando dezoito afirmações. Os participantes devem indicar, em cada item, o grau de domínio e frequência de uso, utilizando uma escala *Likert* de 1 (raramente) a 5 (sempre).

Ao final da aplicação, o resultado do formulário apresentará um perfil visual das competências, permitindo a análise individual e coletiva da evolução formativa. O formulário foi construído com a seguinte estrutura:

- I. Dimensão 1 – Criatividade e Inovação: proponho estratégias de ensino diferentes do modelo tradicional; incentivo os alunos a buscarem soluções criativas para problemas reais; permito espaço para experimentação, erro e descoberta em sala de aula;
- II. Dimensão 2 – Pensamento Crítico e Resolução de Problemas: estimula os alunos a justificarem suas ideias e decisões; analiso minha prática, com base em dados e *feedbacks*; promovo discussões que envolvam dilemas ou posicionamentos éticos;
- III. Dimensão 3 – Colaboração e Trabalho em Equipe: planejo atividades em que os alunos trabalham de forma colaborativa; promovo o diálogo e a escuta ativa entre estudantes; desenvolvo projetos em parceria com colegas;
- IV. Dimensão 4 – Comunicação e Empatia: ajudo os alunos a se comunicarem com clareza em diferentes contextos; escuto as dificuldades dos alunos com atenção e respeito; adapto minha forma de ensinar ao perfil da turma;
- V. Dimensão 5 – Autonomia, Iniciativa e Autorregulação: estimula os alunos a tomarem decisões em suas tarefas; crio espaços para que eles escolham como querem aprender; avalio e ajusto minha prática, de forma contínua;
- VI. Dimensão 6 – Ética, Responsabilidade e Consciência Social: incluo temas sociais e ambientais nos meus projetos; planejo, levando em consideração as realidades dos alunos; promovo atitudes de respeito, justiça e inclusão na sala de aula.

A escala é aplicada digitalmente, utilizando a plataforma *Google Forms*, que permite a geração de gráficos comparativos (pré e pós-curso) e a exportação dos dados para análise qualitativa e quantitativa. Após a segunda aplicação, os professores são convidados a registrar uma reflexão aberta sobre sua evolução, principais conquistas e desafios remanescentes, compondo um portfólio reflexivo individual.

O uso do instrumento 21CSAS adaptado cumpre dupla função: subsidiar o planejamento individual do desenvolvimento profissional docente, ao identificar pontos fortes e áreas de aprimoramento e fornecer dados para o acompanhamento institucional da efetividade do curso, permitindo ajustes e melhorias contínuas na proposta formativa. Ao privilegiar a autoavaliação e a metacognição, a escala reforça o protagonismo do professor na construção de sua trajetória ética, inovadora e responsiva às demandas da educação contemporânea.

8.4.4 Validação com docentes da Engenharia

A validação do curso GPEI foi realizada junto a oito profissionais da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, com experiência em cursos de Engenharia e áreas afins. O objetivo central dessa etapa foi analisar a clareza, coerência interna, aplicabilidade e potencial formativo do curso, considerando a diversidade de perfis e contextos institucionais dos avaliadores.

8.4.4.1 Metodologia

O instrumento de avaliação consistiu em uma escala *Likert* de 0 a 3 (APÊNDICE G), aplicada a sete dimensões:

- I. Clareza e objetivos do curso;
- II. Metodologias ágeis e ensino ativo;
- III. Conteúdos e competências do século XXI;
- IV. Usabilidade e acessibilidade digital;
- V. Engajamento e protagonismo do estudante;
- VI. Avaliação de aprendizagem e *feedback*;
- VII. Adequação sociocultural e profissional.

Além das escalas, os avaliadores puderam registrar comentários qualitativos, ampliando a análise. As respostas foram coletadas de forma *online* e anônima, assegurando liberdade crítica.

8.4.4.2 Perfil dos avaliadores

O processo contou com a participação de oito avaliadores. As características gerais foram:

- I. Idade: entre 33 e 50 anos (média de 41,4);
- II. Gênero: 6 homens (75%) e 2 mulheres (25%);
- III. Formação acadêmica: predominância de mestrado (7) e um doutorado;
- IV. Tempo de experiência profissional: entre 1 e 30 anos;
- V. Áreas de atuação: Engenharia, Ciências, Educação Técnica e Gestão Administrativa;

- VI. Experiência prévia: parte dos docentes já havia participado de cursos sobre metodologias ágeis e competências do século XXI, além de eventos e publicações sobre inovação pedagógica.

8.4.4.3 Resultados quantitativos

A avaliação apresentou médias elevadas em todas as dimensões, com predomínio da nota máxima (3). A nota geral atribuída ao curso variou de 8 a 10, com média 9,53. A Tabela 19 apresenta as médias por dimensão.

Tabela 19 – Médias por dimensão (escala 0-3)

Dimensão	Média
Clareza e Objetivos do Curso	2,96
Metodologias Ágeis e Ensino Ativo	2,88
Conteúdos e Competências do Século XXI	2,79
Usabilidade e Acessibilidade Digital	2,71
Engajamento e Protagonismo do Estudante	2,83
Avaliação de Aprendizagem e <i>Feedback</i>	2,88
Adequação Sociocultural e Profissional	2,81

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados revelam consenso sobre a pertinência e qualidade do curso, com destaque para a clareza dos objetivos, a adequação das metodologias ágeis e o engajamento proposto. Nenhum aspecto foi considerado inadequado.

8.4.4.4 Análise qualitativa dos comentários

Os comentários reforçaram a percepção de que o curso é claro, atualizado e aplicável. Entre os destaques, tem-se:

- I. Integração entre objetivos, métodos e avaliação: reconhecida como coerente e consistente;
- II. Ênfase nas competências do século XXI: apontada como um diferencial relevante;
- III. Estímulo ao protagonismo docente: valorização da autonomia para elaborar planos de aula contextualizados;
- IV. Sensibilidade sociocultural: adaptabilidade a diferentes realidades institucionais.

Sugestões de aprimoramento incluíram:

- I. Ampliação de vídeos explicativos;

- II. Inserção de exercícios de fixação em cada módulo;
- III. Criação de espaços interativos para troca de experiências entre docentes.

Exemplos de comentários:

- I. *“Iniciativa importante para o desenvolvimento das competências atuais”;*
- II. *“O curso apresenta ótima integração entre textos, vídeos e layout, sendo fundamental para inovação pedagógica nas engenharias”;*
- III. *“Gostaria de mais vídeos, exercícios de fixação em cada módulo e interação com chat com outros colegas como troca de experiência”;*
- IV. *“Excelente proposta. Seria interessante aplicar, em algum momento, numa sala de aula de engenharia”.*

8.4.4.5 Síntese da validação

A validação confirmou que o curso GPEI é percebido como pertinente, inovador e aplicável, atendendo às demandas contemporâneas da formação docente em Engenharia. A média geral próxima de 10 e a ausência de itens classificados como inadequados reforçam a consistência pedagógica e a relevância formativa da proposta.

As contribuições qualitativas foram incorporadas ao processo de refinamento, reforçando o caráter colaborativo e adaptativo do curso.

8.4.4.6 Resumo estatístico

- I. Número de avaliadores: 8;
- II. Faixa etária: 33 a 50 anos (média: 41,4);
- III. Gênero: 6 homens, 2 mulheres;
- IV. Formação: 7 mestres, 1 doutor;
- V. Nota geral mínima: 8;
- VI. Nota geral máxima: 10;
- VII. Média das notas gerais: 9,53;
- VIII. Dimensão mais bem avaliada: Clareza e Objetivos (2,96);
- IX. Dimensão menos bem avaliada: Usabilidade e Acessibilidade (2,71).

8.4.5 Potencial de replicação e aplicabilidade na Rede Federal

A análise dos resultados de validação do curso GPEI evidencia seu elevado potencial de replicação e aplicabilidade no contexto da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Tal potencial decorre de três características centrais: (i) estrutura modular e auto formativa, que facilita a oferta em diferentes formatos e ritmos; (ii) alinhamento com as diretrizes educacionais nacionais, como a BNCC e as DCN da Engenharia, garantindo respaldo político-pedagógico; (iii) adaptação prática das metodologias ágeis, tornando a proposta viável, mesmo em contextos institucionais com limitações estruturais.

A flexibilidade do curso permite sua implementação em ambientes virtuais de aprendizagem já consolidados na Rede Federal, como *Moodle*, *Google Classroom* ou H5P, bem como sua adaptação para formações presenciais ou híbridas em programas de capacitação pedagógica. A natureza prática e reflexiva dos módulos facilita sua incorporação em iniciativas, como o Formação pela Escola, Pró-docência ou nos Núcleos Docentes Estruturantes (NDE) dos cursos de graduação.

O conteúdo do curso dialoga diretamente com as diretrizes da Política Nacional de Formação de Professores (Brasil, 2016b) e com os princípios de inovação educacional defendidos pelo Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (2022). A ênfase na ética, na responsabilidade social e na construção de projetos pedagógicos aplicáveis amplia o escopo da formação docente para além da dimensão técnica, posicionando o professor como agente de transformação institucional.

Além disso, a abordagem por competências, integrada a uma lógica experiencial e ágil de ensino, responde às lacunas formativas identificadas em diversos cursos de Engenharia, especialmente no que se refere à articulação entre teoria e prática, ao protagonismo docente e à avaliação formativa. Como demonstrado nos capítulos anteriores, essas dimensões foram apontadas tanto nos documentos institucionais analisados quanto nas percepções de docentes e estudantes.

Portanto, o curso GPEI se consolida não apenas enquanto um produto formativo resultante desta pesquisa, mas como uma proposta de intervenção concreta, validada por docentes da área e alinhada com os desafios contemporâneos da formação em Engenharia e da educação profissional pública. Sua replicação pode contribuir significativamente para a

qualificação das práticas pedagógicas, a valorização docente e a promoção de experiências educacionais mais conectadas com as demandas do século XXI⁴³.

8.4.6 Considerações finais sobre a proposta do curso

O curso GPEI, concebido a partir dos achados desta tese, consolida-se como uma proposta formativa crítica, inovadora e aplicável ao contexto da formação docente em Engenharia. Sua estrutura modular, fundamentada em teorias contemporâneas e metodologias ativas e ágeis, oferece aos professores um percurso de desenvolvimento profissional que valoriza o protagonismo, a reflexão ética e a atuação transformadora.

A validação realizada com docentes da Rede Federal evidenciou a alta pertinência, clareza e atualidade da proposta, bem como sua sintonia com as demandas contemporâneas da EPT. Os resultados quantitativos, com médias elevadas em todos os critérios avaliados, e os comentários qualitativos, que destacam a coerência, a aplicabilidade e o potencial inovador do curso, reforçam a robustez da intervenção proposta. As sugestões recebidas, como a ampliação de vídeos, exercícios de fixação e espaços interativos, foram incorporadas ao refinamento do curso, conferindo-lhe maior adaptabilidade institucional e colaboratividade.

O potencial de replicação do curso GPEI na Rede Federal é ampliado por sua flexibilidade metodológica, sua aderência às DCN e sua capacidade de dialogar com diferentes contextos institucionais. Ao articular competências do século XXI, metodologias ágeis e ética profissional, o curso contribui para a superação de lacunas históricas na formação docente em Engenharia, promovendo práticas pedagógicas mais integradas, reflexivas e alinhadas às exigências do século XXI.

Desse modo, o curso não apenas responde a desafios identificados empiricamente, mas também se apresenta como uma proposta de intervenção concreta, validada e potencialmente transformadora para a formação de professores na educação profissional, científica e tecnológica. Sua implementação pode contribuir significativamente para a qualificação das práticas pedagógicas, a valorização docente e a promoção de experiências educacionais mais conectadas com as demandas contemporâneas e futuras do ensino de Engenharia.

⁴³ Uma prévia do curso se encontra disponível em: <https://sites.google.com/ifce.edu.br/gpei-inscricao/p%C3%A1gina-inicial>.

8.5 Sequências didáticas com metodologias ágeis e ensino por competências

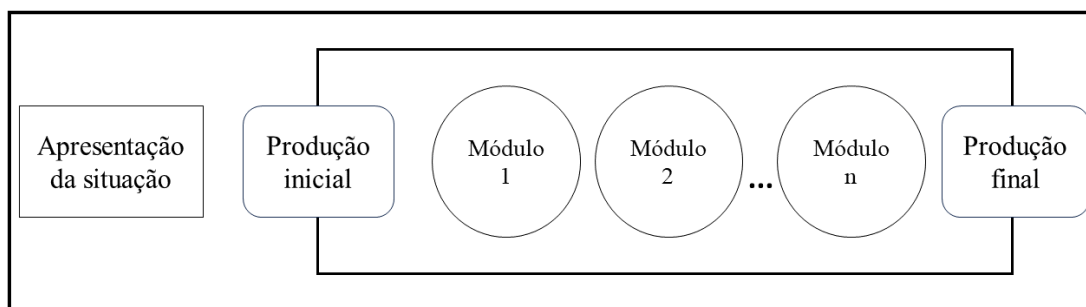
Esta seção objetiva apresentar uma metodologia fundamentada na articulação entre metodologias ágeis, educação empreendedora e ensino por competências, no âmbito da EPT. Parte dessa sequência didática sistematizada foi aplicada em março de 2025, durante uma oficina com docentes do IFCE, *campus* Maracanaú, compondo a etapa prática da intervenção pedagógica desta tese.

A concepção de sequência didática adotada segue Zabala (1998), que a define como um conjunto de atividades ordenadas, articuladas e intencionalmente planejadas, favorecendo o acompanhamento processual da aprendizagem e a construção significativa do conhecimento. Essa abordagem permite que objetivos educacionais sejam compartilhados entre docentes e discentes, promovendo engajamento e autoria no processo formativo.

O *Scrum*, adaptado ao contexto educacional, foi selecionado como estrutura metodológica central da sequência por sua organização iterativa, foco na colaboração e compatibilidade com o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, como comunicação, autonomia, liderança e resolução de problemas. Conforme discutido no Capítulo 3, e em consonância com Lima, Jucá e Silva (2023), a aplicação do *Scrum* na educação requer uma perspectiva crítica e dialógica, na qual o professor atua como mediador da aprendizagem e promotor de experiências colaborativas, e não como mero executor de técnicas gerenciais.

A proposta também dialoga com o modelo de sequência didática de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), composto por três momentos principais: produção inicial, módulos de desenvolvimento e produção final. Essa estrutura foi adaptada aos elementos do *Scrum*, *backlog*, *sprints*, revisões e entregas incrementais, conforme representado na Figura 13.

Figura 13 – Estrutura geral de uma sequência didática adaptada ao *Scrum* educacional



Fonte: Adaptado de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004).

A seguir, apresenta-se a sequência aplicada, dividida em três etapas didáticas: produção colaborativa de um poema, construção de uma cidade com blocos de montagem e aplicação de

técnicas de priorização com ferramentas ágeis. Cada etapa foi planejada para promover competências distintas e complementares, alinhadas ao perfil profissional esperado na formação em Engenharia.

8.5.1 Proposta da sequência didática para o ensino do Scrum

A sequência didática apresentada nesta seção tem como objetivo proporcionar aos professores da educação profissional em Engenharia uma experiência concreta de aplicação do *Scrum* como metodologia ativa e formativa, adaptada ao contexto educacional. O desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais requer, além da exposição teórica, vivências estruturadas capazes de promover habilidades, como colaboração, comunicação, liderança e gestão do tempo em situações autênticas e significativas.

Como discutido no Capítulo 3 e fundamentado por Lima, Jucá e Silva (2023), o *Scrum*, quando pedagogicamente adaptado, apresenta alto potencial para fomentar práticas educativas orientadas à resolução de problemas reais, à aprendizagem colaborativa e à entrega incremental de produtos formativos. Ressalta-se que a proposta não consiste em mera transposição acrítica de ferramentas do setor produtivo para o ambiente escolar, mas em uma reinterpretação fundamentada numa concepção crítica de ensino, na qual o professor atua como agente formador e mediador do processo pedagógico.

A sequência foi organizada em duas etapas complementares e progressivas. A primeira, de caráter introdutório e simbólico, consiste na produção colaborativa de um poema sob regras que simulam os princípios do *Scrum*, favorecendo a compreensão lúdica dos conceitos centrais da metodologia. A segunda, de natureza mais operacional, envolve a construção de uma cidade com blocos de montagem, permitindo a experimentação prática do ciclo completo do *Scrum* e a vivência de papéis, processos e entregas em um ambiente colaborativo.

A primeira atividade foi aplicada com docentes do IFCE de Maracanaú, em março de 2025, como parte da intervenção desta pesquisa, a segunda, como discutido no Capítulo 2, foi utilizada em diversas turmas de Engenharia do IFCE de Maracanaú. Os resultados apontaram para sua relevância formativa, aplicabilidade didática e potencial de replicação em diferentes contextos da EPT.

A seguir, apresenta-se a primeira etapa da sequência, detalhando objetivos, procedimentos e fundamentos pedagógicos.

8.5.1.1 Construção de um poema em equipe

A etapa inicial da sequência propõe a criação colaborativa de um poema como estratégia para simular uma entrega incremental com tempo fixo (*sprint*) e critérios específicos definidos por um “cliente” (o professor). O objetivo é familiarizar os participantes com conceitos centrais do *Scrum*, como *backlog*, iteração, requisitos negociáveis e papéis funcionais, por meio de uma dinâmica lúdica, porém rigorosamente estruturada, alinhada à literatura sobre metodologias ágeis na educação (Lima; Jucá; Silva, 2023).

A atividade foi aplicada presencialmente com professores do curso de Engenharia do IFCE de Maracanaú, sendo conduzida em tempo real, com regras explícitas e supervisão constante. Essa configuração inviabiliza o uso de recursos automatizados, como ferramentas de inteligência artificial, reafirmando o valor formativo da dinâmica e sua adequação ao contexto presencial.

Cada equipe, composta por até cinco integrantes, foi desafiada a construir um poema formado por quatro estrofes, sendo que cada estrofe deveria conter quatro linhas, com nove palavras por linha, organizadas com sentido, criatividade e rima. A produção ocorre em quatro ciclos (*sprints*), com duração de dois minutos cada, nos quais o grupo precisa entregar um verso a partir de dois temas obrigatórios propostos pelo professor. Durante a execução:

- I. Cada participante contribui com duas palavras por rodada, seguindo a ordem de revezamento;
- II. O tempo da *sprint* e o número de palavras por integrante são inegociáveis;
- III. Os demais requisitos (estrutura, estilo, vocabulário) podem ser negociados entre *sprints* com o professor, que atua como *Product Owner*;
- IV. Um integrante da equipe pode assumir o papel de *Scrum Master*, organizando os turnos e garantindo o cumprimento das regras.

Ao final das quatro *sprints*, um representante do grupo recitava o poema produzido, simulando a entrega final de um projeto. Essa etapa foi seguida de uma revisão coletiva (*sprint review*), em que os grupos analisavam os desafios enfrentados, os acertos e as melhorias possíveis, encerrando com uma retrospectiva orientada à reflexão sobre o processo de trabalho.

A atividade foi positivamente avaliada pelos docentes participantes, que destacaram sua capacidade de engajar os participantes, promover escuta ativa, incentivar a criatividade e reforçar o papel do professor como mediador estratégico da aprendizagem. Em consonância com os princípios da EPT, essa dinâmica integra aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais da formação por competências, alinhando o planejamento pedagógico à realidade

institucional e promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais essenciais para o século XXI (Lima; Jucá; Silva, 2023; Zabala, 1998).

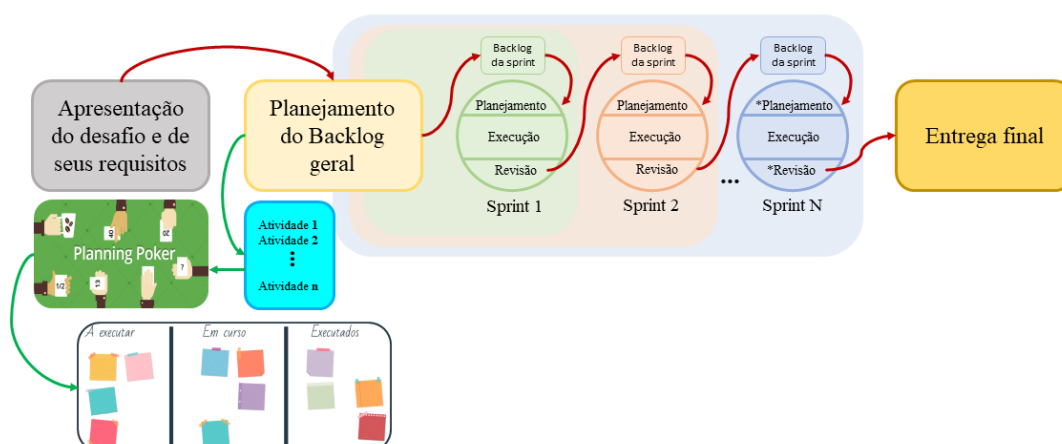
8.5.1.2 Construção de uma cidade com blocos de montagem com o Scrum

A segunda etapa da sequência didática tem como objetivo proporcionar aos participantes uma experiência prática e completa de aplicação da metodologia *Scrum* no contexto educacional. Em contraste com a etapa anterior, de caráter introdutório e simbólico, essa dinâmica promove o uso integral dos elementos do *Scrum*, planejamento, *backlog*, execução, revisão e retrospectiva, em um desafio coletivo estruturado por ciclos iterativos (*sprints*).

A proposta foi elaborada para simular situações reais de resolução de problemas, baseando-se em restrições, objetivos e colaboração entre membros da equipe, em consonância com os princípios da ABP e do ensino por competências (Lima; Jucá; Silva, 2023; Zabala, 1998). Embora essa dinâmica ainda não tenha sido aplicada com os docentes durante a oficina de março de 2025, ela foi integralmente planejada, estruturada e validada metodologicamente, estando pronta para futuras implementações em contextos de formação docente ou como parte de atividades curriculares nos cursos de Engenharia.

A Figura 14 ilustra a sequência didática que estrutura a atividade, detalhando suas etapas e os fluxos internos entre *sprints*.

Figura 14 – Sequência didática com uso do *Scrum* na construção de uma cidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapas da dinâmica:

- I. Apresentação do desafio (10 minutos) – o professor introduz o contexto da atividade: a construção colaborativa de uma cidade, utilizando blocos de montagem. Cada

equipe recebe um conjunto de edificações com requisitos específicos, por exemplo, uma delegacia com teto reforçado, um hospital com sinalização visível e um restaurante com placa de rodízio. Tais requisitos são definidos pelo professor e apresentados como demandas inegociáveis, compondo o *backlog* inicial da atividade. Durante essa etapa, os grupos (com até cinco integrantes) são organizados e os papéis do *Scrum* são distribuídos:

- a. *Product Owner* (P.O.): responsável pela comunicação com o “cliente” (professor);
 - b. *Scrum Master*: garante que a equipe tenha acesso aos recursos e organiza os tempos;
 - c. Time de Desenvolvimento: membros encarregados da execução das construções.
- II. Planejamento do *backlog* geral (20 minutos) – as equipes analisam os requisitos recebidos e os desdobram em atividades menores (tarefas), registradas em um quadro dividido em três colunas: “a executar”, “em curso” e “executadas”. Utiliza-se a técnica do *Planning Poker* para estimar o esforço relativo de cada tarefa, promovendo discussão, consenso e priorização. As tarefas são, então, organizadas em ordem de prioridade, do topo para a base do quadro, simulando o fluxo de trabalho típico do *Scrum*;
- III. Execução do ciclo de *sprints* (3 *sprints* + entrega final) – cada *sprint* é composto pelas seguintes etapas:
- a. Planejamento da *sprint* (7 minutos): seleção, pela equipe, das atividades do *backlog* geral, que serão executadas naquela rodada, considerando o tempo e os recursos disponíveis;
 - b. Execução (10 minutos): o Time de Desenvolvimento realiza as construções, conforme os critérios definidos, promovendo colaboração, divisão de tarefas e resolução de problemas;
 - c. Revisão (3 minutos): o *Product Owner* apresenta os artefatos construídos ao cliente (professor), que avalia as entregas, fornece *feedback* e, se necessário, solicita ajustes. A equipe decide coletivamente o que deve ser ajustado ou mantido para o próximo ciclo.
- IV. Última *sprint* + retrospectiva (20 minutos) – na última *sprint*, além das etapas já descritas (planejamento, execução e revisão), é incluída uma retrospectiva de 2 minutos, na qual a equipe avalia seu desempenho, a eficácia da comunicação interna e identifica pontos de melhoria. Para acomodar essa etapa reflexiva, o tempo de

planejamento da *sprint* é reduzido para 5 minutos. Essa retrospectiva é fundamental para promover a autorregulação, a aprendizagem a partir da experiência e o desenvolvimento de competências, como pensamento crítico e colaboração, aspectos centrais do *Scrum* educacional e do ensino por competências (Lima; Jucá; Silva, 2023);

- V. Apresentação final (10 minutos) – ao término das *sprints*, cada *Product Owner* apresenta as edificações desenvolvidas por sua equipe, e todas as construções são reunidas para formar a cidade idealizada inicialmente. Esse momento coletivo permite ao professor reforçar os conceitos trabalhados ao longo da dinâmica, reconhecer avanços e propor reflexões sobre as competências desenvolvidas durante a atividade.

A apresentação final mobiliza conhecimentos práticos e habilidades transversais, de forma integrada, permitindo ao professor observar e avaliar competências, como cooperação, tomada de decisão, autonomia, criatividade, foco em resultado e pensamento sistêmico. Ao final da experiência, os participantes são convidados a refletir sobre o processo vivido, reconhecendo suas contribuições individuais e coletivas na construção da solução proposta. Essa etapa de metacognição fortalece a aprendizagem significativa e a consolidação das competências essenciais para a atuação docente e profissional na Engenharia.

A Figura 15 apresenta um exemplo de cidade produzida com blocos de montagem, utilizada como referência visual para a atividade.

Figura 15 – Exemplo de cidade construída com blocos de montagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao término das três *sprints* e da apresentação final, a atividade se encerra com uma revisão coletiva (*sprint review*) e uma retrospectiva, nas quais os participantes analisam os desafios enfrentados, justificam as escolhas feitas e identificam estratégias e lições aprendidas.

Esse momento de reflexão crítica promove a consolidação das competências desenvolvidas, como cooperação, tomada de decisão, criatividade, foco em resultado e pensamento sistêmico, e reforça o papel do professor como mediador e facilitador de processos formativos inovadores. A entrega final do projeto, com a cidade construída coletivamente, simboliza não apenas o produto do trabalho em equipe, mas também o percurso formativo vivenciado, alinhando teoria, prática e avaliação processual.

8.5.1.3 Técnicas de apoio à priorização e estimativa de esforço

No contexto do *Scrum*, a definição exata de prioridades no *backlog* é fundamental para o desempenho da equipe e para a efetividade das entregas incrementais. A priorização permite que o Time de Desenvolvimento concentre esforços nos itens de maior valor para o “cliente”, nesse caso, o professor ou o contexto educacional, assegurando que as entregas realizadas a cada *sprint* tenham impacto significativo na percepção de valor do produto final (Cruz, 2013).

Na sequência didática proposta, adota-se a técnica de priorização MoSCoW, amplamente reconhecida em projetos ágeis. MoSCoW é um acrônimo para *Must Have* (deve ter), *Should Have* (deveria ter), *Could Have* (poderia ter) e *Won't Have* (não terá), resumida na Figura 16 (Massari, 2018). Cada tarefa inserida no *backlog* geral é classificada com base em um desses critérios, promovendo discussão, negociação e alinhamento de expectativas entre os membros da equipe e o *Product Owner*. Essa abordagem facilita a tomada de decisão coletiva e o gerenciamento eficiente do tempo e dos recursos disponíveis, contribuindo para decisões mais objetivas durante o planejamento das *sprints* (Massari, 2018).

Figura 16 – Técnica MoSCoW para priorização de tarefas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da priorização, a estimativa de esforço é realizada por meio do *Planning Poker*, uma técnica colaborativa amplamente utilizada em ambientes ágeis. Essa estratégia promove a discussão coletiva entre os membros da equipe e evita vieses decorrentes da influência de opiniões dominantes (Sabbagh, 2013). O processo ocorre da seguinte forma:

- I. O *Product Owner* ou *Scrum Master* apresenta uma atividade retirada do *backlog* geral;
- II. Os membros do Time esclarecem dúvidas e refletem brevemente sobre a tarefa;
- III. Cada participante escolhe uma carta de seu baralho (sem mostrar aos demais) com um número que representa o esforço estimado;
- IV. Todos revelam simultaneamente suas cartas, garantindo igualdade de condições na primeira rodada;
- V. Os participantes que indicaram os valores mais altos e mais baixos justificam suas escolhas;
- VI. O grupo discute e realiza novas rodadas até alcançar um consenso sobre a estimativa de esforço.

O baralho utilizado no *Planning Poker* é composto por doze cartas: dez numeradas (0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 20, 40, 100) e duas simbólicas, uma com um ponto de interrogação (representando dúvida) e outra com um ícone de café (indicando pausa). As pontuações podem ser interpretadas como unidades de tempo, carga de trabalho ou complexidade relativa, dependendo do contexto e da experiência dos participantes (Massari, 2018). Por exemplo, o Time pode acordar que cada quatro pontos equivalem a uma hora de trabalho, estabelecendo, assim, uma métrica própria para o grupo.

Essas duas ferramentas, MoSCoW e *Planning Poker*, integram-se à lógica pedagógica da sequência didática, promovendo o raciocínio analítico, o diálogo entre pares, a argumentação e a tomada de decisão em grupo. Ao mesmo tempo, conectam o ambiente educacional a práticas profissionais contemporâneas, reforçando a pertinência da metodologia ágil como recurso formativo na EPT (Lima; Jucá; Silva, 2023).

8.5.2 Conclusões da seção sobre a proposta de sequência didática

A sequência didática apresentada nesta seção constitui um conjunto estruturado de atividades com objetivos pedagógicos claramente definidos, organizadas de forma progressiva para facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento de competências complexas. Seu desenho responde à necessidade de oferecer ao educador uma metodologia sólida e replicável para o

ensino, com base em metodologias ágeis, especialmente o *Scrum*, articulando conteúdos disciplinares, competências socioemocionais e protagonismo discente.

A proposta está alinhada às diretrizes sugeridas por Cardoso (2024), que defende um modelo de organização de sequências didáticas fundamentado na definição clara de objetivos, estratégias, recursos e critérios de avaliação. A tabela adaptada para esta pesquisa, baseada nesse modelo, encontra-se nos APÊNDICES E e F, oferecendo um referencial prático para a implementação da metodologia por outros docentes.

Apesar da ampla difusão do *Scrum* no campo do desenvolvimento de *software*, sua aplicação em contextos educacionais ainda é incipiente, sobretudo fora da área da Computação. Fernandes, Dinis-Carvalho e Ferreira-Oliveira (2021) destacam a escassez de pesquisas sobre o uso do *Scrum* no ensino de outras áreas, como Matemática ou Educação Profissional. Nesse cenário, a presente proposta busca preencher uma lacuna, ao demonstrar como o *Scrum* pode ser apropriado como estratégia pedagógica transversal, aplicada de forma criativa e crítica no ensino de Engenharia e em outras áreas técnicas.

Mais do que uma técnica de gestão de tarefas, o *Scrum*, quando inserido em uma sequência didática com intencionalidade formativa, favorece a aquisição simultânea de conteúdos técnicos e competências do século XXI, como colaboração, comunicação, autonomia, resolução de problemas e adaptação a diferentes contextos. Ao permitir ciclos curtos de aprendizagem, com revisão constante e negociação de metas, a metodologia se mostra alinhada aos princípios da EPT, em especial à formação omnilateral e à articulação entre teoria e prática.

Em síntese, a sequência aqui desenvolvida reforça que metodologias ágeis podem, e devem, ser ressignificadas no contexto educacional, desde que integradas a projetos pedagógicos comprometidos com a formação humana integral e com a inovação didática. Assim, seu uso em sala de aula, como demonstrado nas oficinas com docentes e nas simulações descritas, representa uma possibilidade concreta de intervenção pedagógica transformadora, alinhada aos desafios contemporâneos da formação em Engenharia e à promoção de práticas educativas inovadoras.

8.6 Estratégias para avaliação de competências e aprendizagem significativa

A avaliação na formação por competências exige mais do que abordagens metodológicas inovadoras – demanda a construção de novos modos de reconhecer o percurso formativo do estudante, incorporando experiências vividas em contextos reais como parte

efetiva do processo educacional. Esta seção apresenta um modelo de avaliação formativa e por competências, fundamentado em referenciais teóricos, dados empíricos e marcos normativos, com o objetivo de promover aprendizagem significativa e desenvolvimento omnilateral na formação em Engenharia.

8.6.1 *Fundamentação teórica da avaliação por competências*

A concepção de avaliação adotada nesta tese está alinhada à perspectiva de autores, como Freire (1996), Zabala e Arnau (2010) e Perrenoud (1999), que defendem uma avaliação processual, contínua e integradora, capaz de acompanhar o estudante em sua totalidade, incluindo dimensões cognitivas, procedimentais, atitudinais e sociais. Para esses estudiosos, a avaliação não deve ser restringir à mensuração pontual de conteúdos, mas sim reconhecer e valorizar o desenvolvimento de competências, ao longo de trajetórias formativas diversas e contextualizadas.

No contexto das competências para o século XXI, Trilling e Fadel (2009) e Griffin e Care (2015) ressaltam a importância de instrumentos avaliativos que promovam a metacognição, a autorregulação e o protagonismo discente, articulando saberes técnicos e socioemocionais. Essa abordagem é especialmente relevante na EPT, onde a articulação entre teoria, prática e experiências reais é central para a formação integral.

8.6.2 *Diagnóstico empírico: percepções e demandas institucionais*

Os dados desta pesquisa, obtidos por meio de questionários com docentes e discentes, além de entrevistas com gestores, professores e coordenadores, evidenciam uma demanda crescente por estratégias avaliativas que reconheçam aprendizagens significativas, não restritas à sala de aula. Entre os alunos, 74% manifestaram interesse em serem avaliados por sua atuação em projetos e experiências reais, como *hackathons*, incubadoras ou Empresa Júnior. Entre os professores, 68% concordaram que tais experiências são altamente formativas e deveriam ser reconhecidas institucionalmente.

As entrevistas aprofundaram essa percepção. Uma docente destacou que a Empresa Júnior é espaço privilegiado para o desenvolvimento de competências de gestão, liderança e resolução de problemas. Uma gestora reforçou que essas experiências “*Não podem ser tratadas como algo paralelo*”, defendendo sua integração formal ao percurso formativo.

No plano normativo, a Resolução CNE/CES nº 2/2019, que institui as DCN para os cursos de graduação em Engenharia, reforça a necessidade de promover o desenvolvimento de competências por meio de metodologias integradoras e experiências práticas articuladas ao mundo do trabalho (Brasil, 2019).

No âmbito institucional, o IFCE regulamenta a carga horária complementar e a curricularização da extensão, através da Resolução CONSUP nº 63/2022, prevendo que parte significativa da formação discente ocorra em ambientes aplicados e socialmente relevantes, desde que vinculados ao plano de formação e acompanhados pedagogicamente. Ademais, o Guia de Curricularização da Extensão do IFCE reforça que essas atividades devem estar orientadas ao desenvolvimento de competências, com evidência de impacto social e articulação com a realidade do território (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023b).

8.6.3 Proposta de modelo avaliativo integrado

Diante desse cenário, propõe-se um modelo avaliativo que articula três estratégias complementares:

- I. Autoavaliação orientada com a escala *21st Century Skills Assessment Scale* (21CSAS): aplicada no início e ao final de percursos formativos, a 21CSAS permite que o estudante reflita sobre seu desenvolvimento em dimensões, como criatividade, autonomia, empatia, pensamento crítico e responsabilidade social. Sua estrutura visual e campos reflexivos incentivam a metacognição e reforçam o protagonismo discente (Griffin; Care, 2015);
- II. Coavaliação com rubricas: a coavaliação é entendida como prática partilhada entre docentes e estudantes, viabilizada por rubricas claras, com descritores graduais que permitem monitorar o progresso em competências específicas, ao longo de projetos, sequências didáticas ou disciplinas. Essa estratégia aumenta a transparência dos critérios avaliativos, estimula a autonomia crítica e é especialmente eficaz em contextos de trabalho em equipe, atividades interdisciplinares e projetos de longa duração (Zabala; Arnau, 2010; Luckesi, 2011);
- III. Reconhecimento de experiências em contextos reais: a participação em Empresa Júnior, eventos empreendedores, polos de inovação, incubadoras e projetos de extensão pode ser registrada como parte do percurso formativo, desde que vinculada às competências previstas no PPC, acompanhada por supervisão docente e

sistematizada, por meio de portfólios, relatórios reflexivos ou apresentações públicas. Essa prática institucionaliza o valor da aprendizagem experiencial e reconhece que a formação integral do engenheiro também ocorre em espaços aplicados, interativos e socialmente relevantes.

8.6.4 Síntese crítica e recomendações

As evidências empíricas e normativas reunidas nesta pesquisa reforçam que a avaliação, quando orientada por competências, deve extrapolar os limites da sala de aula e integrar dimensões práticas, sociais e reflexivas da formação. Ao reconhecer formalmente as experiências em contextos reais, como parte do processo avaliativo e da carga horária complementar, a instituição não apenas valida a aprendizagem significativa, mas reafirma seu compromisso com uma educação crítica, omnilateral e transformadora.

O modelo aqui proposto contribui para a superação de práticas avaliativas tradicionais, promovendo a integração entre teoria e prática, o reconhecimento de trajetórias formativas diversas e a valorização do protagonismo discente. Assim, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a análise sobre os impactos dessas estratégias na permanência, desempenho e inserção profissional dos egressos dos cursos de Engenharia.

8.7 Potenciais impactos institucionais e sociais

A análise dos potenciais impactos institucionais e sociais das proposições desta tese é fundamental para evidenciar sua relevância para além do contexto acadêmico imediato. Diversos estudos destacam que a inovação em metodologias e práticas pedagógicas na Engenharia transforma não apenas o currículo, mas a cultura institucional e o papel social da universidade (Silva, 2024; Lourenço; Cardoso Junior, 2022). Nesse sentido, o impacto social de teses, projetos de formação docente e políticas institucionais é reconhecido como vetor de transformação social, promovendo inclusão, inovação e desenvolvimento sustentável (Cunha; Sá, 2015).

8.7.1 Impactos institucionais

As proposições apresentadas nesta tese, a trilha formativa em três etapas, as sequências didáticas com metodologias ágeis e as estratégias de avaliação orientadas por competências

apontam para transformações que ultrapassam a dimensão didático-pedagógica. Tais ações repercutem diretamente nas concepções de formação, no papel atribuído a estudantes e professores e na forma como o curso de Engenharia se articula com o território onde está inserido. Trata-se, portanto, de um movimento de reorganização institucional, que busca integrar ensino, extensão e inovação de maneira mais orgânica, coerente e responsiva.

No plano institucional, os impactos esperados dizem respeito, primeiramente, ao fortalecimento da articulação entre o processo formativo e as demandas sociais, conforme preconizado pelas DCN da Engenharia. A incorporação de disciplinas que tratam de problemas reais e favorecem a atuação em projetos com impacto social permite que a extensão universitária deixe de ser um anexo periférico e passe a compor, de forma estruturante, a trajetória formativa dos futuros engenheiros. Isso está alinhado às resoluções internas do IFCE sobre carga horária e curricularização da extensão (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a), que reconhecem formalmente experiências, como empresas juniores, incubadoras, *startups* acadêmicas, feiras tecnológicas e eventos de empreendedorismo, como espaços legítimos de formação.

As falas dos sujeitos entrevistados reforçam esse entendimento. Para E06-DOCENTE:

O aluno precisa ver que a engenharia está no mundo, que o que ele aprende pode transformar realidades.

Por sua vez, E13-GESTORA observa que:

Essas experiências não podem ser tratadas como algo paralelo. Elas devem contar como formação, inclusive como carga horária complementar.

Tais falas confirmam a percepção de que a formação não pode se restringir à lógica conteudista e descontextualizada, mas deve incluir vivências concretas e socialmente relevantes.

Além disso, a literatura evidencia que a institucionalização da extensão e a integração curricular são essenciais para a formação de profissionais críticos, éticos e socialmente comprometidos (Zabala; Arnau, 2010; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2022a). A adoção de metodologias ágeis em projetos sociais, por exemplo, tem potencial para aprimorar a eficiência, a adaptabilidade e o impacto das ações extensionistas, promovendo uma cultura organizacional mais inovadora e colaborativa.

8.7.2 Impactos sociais

A abordagem proposta encontra respaldo na literatura especializada. Para Zabala e Arnau (2010), a aprendizagem significativa ocorre quando o conhecimento é mobilizado em situações autênticas, conectadas à realidade dos estudantes e que exigem o uso articulado de diferentes competências. Da mesma forma, Freire (1996) defende que ensinar não é apenas transmitir conteúdos, mas mediar a leitura crítica do mundo e fomentar o engajamento dos sujeitos na transformação da realidade. As competências do século XXI, como empatia, colaboração, criatividade e responsabilidade social, conforme destacam Trilling e Fadel (2009) e Griffin e Care (2015), são melhor desenvolvidas em contextos reais e colaborativos, nos quais o estudante assume protagonismo em processos coletivos de aprendizagem.

A valorização de projetos com impacto social e a legitimação da carga horária complementar como espaço de formação contribuem para a consolidação de um novo *ethos* institucional. Com isso, a aprendizagem deixa de ser centrada no professor e na sala de aula e passa a ser distribuída em ecossistemas ampliados de inovação, onde o território, a comunidade, os pares e os desafios reais compõem o ambiente formativo.

Como reforçado no Guia de Curricularização da Extensão do IFCE e em estudos recentes sobre a curricularização da extensão, a interação dialógica entre universidade e sociedade se torna eixo estruturante para a formação cidadã e para a renovação das formas de ensinar e aprender (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2023b; Meinhardt; Casagrande, 2024).

Do ponto de vista social, a proposta tem o potencial de gerar impactos que extrapolam a formação técnica. Ao envolver os estudantes em atividades que exigem escuta ativa, empatia e compromisso com o bem comum, promove-se uma formação ética e politicamente engajada, em consonância com os princípios da EPT. A atuação em projetos interdisciplinares com relevância pública em comunidades, escolas, cooperativas, territórios vulnerabilizados ou ecossistemas produtivos possibilita que o futuro engenheiro seja não apenas um técnico competente, mas um agente de transformação social.

8.7.3 Potencial de replicação e indução sistêmica

Ainda que as ações propostas tenham sido concebidas a partir do contexto do IFCE, seus fundamentos são replicáveis em outras instituições da Rede Federal. As diretrizes mobilizadas são de alcance nacional e a metodologia de escuta, diagnóstico e construção situada pode ser

reaplicada em diferentes contextos, respeitando as especificidades de cada curso e território. Trata-se, portanto, de uma proposta com potencial de indução institucional e de impacto sistêmico na formação em Engenharia, orientada por valores de equidade, inovação, responsabilidade social e compromisso com o desenvolvimento sustentável.

Estudos recentes destacam que a institucionalização da extensão e a integração entre ensino, pesquisa e extensão são caminhos promissores para a construção de políticas públicas inovadoras e para a consolidação de uma cultura acadêmica mais aberta à participação social e à formação integral dos estudantes (Meinhardt; Casagrande, 2024).

8.7.4 Síntese crítica da seção

A consolidação das estratégias propostas nesta tese contribui para a emergência de um novo modelo institucional, no qual a aprendizagem é compreendida como processo coletivo, situado e transformador. Ao legitimar experiências formativas em espaços ampliados de inovação e valorizar a extensão como eixo estruturante, a tese aponta caminhos para a superação de práticas tradicionais e para a promoção de uma formação integral, ética e socialmente comprometida. A replicação dessas práticas em outros contextos pode impulsionar políticas institucionais e públicas voltadas à inovação curricular, à integração ensino-extensão e à formação de engenheiros preparados para os desafios do século XXI.

Ao concluir o Capítulo 8, que apresenta recomendações práticas e propostas modernas para o aprimoramento da formação em Engenharia, o Capítulo 9 retoma o percurso investigativo para sintetizar os principais achados, discutir as contribuições da tese e apontar caminhos para futuras pesquisas e ações no campo do ensino de Engenharia e da formação docente.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluir uma pesquisa é, antes de qualquer coisa, reorganizar sentidos, revisitar caminhos e reconhecer a tessitura entre escolhas, limites e possibilidades. Este capítulo não representa um ponto final, mas um retorno reflexivo ao percurso construído, articulando objetivos, hipóteses, tensionamentos institucionais e achados que se entrelaçam em torno da formação em Engenharia. Como defende Freire (1996, p. 25), “[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção”. Assim, esta tese se constrói como convite à criação de possibilidades para o pensar, o fazer e o transformar educativo.

Em síntese, esta tese propôs um modelo de formação docente em Engenharia que articula metodologias ágeis e educação empreendedora como estratégias para favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI no ensino de Engenharia, integrando currículo, extensão e práticas pedagógicas colaborativas e contextualizadas. A originalidade desta proposta decorre da combinação de revisões da literatura, *benchmarking* nacional e internacional e escuta institucional para construir uma trilha formativa e um curso *online* massivo (MOOC), que materializam, em dispositivos concretos, a integração entre ensino ágil, educação empreendedora e curricularização da extensão na formação de professores engenheiros.

9.1 Objetivos, problema, hipótese e tese: retomada e confirmação

A presente tese teve como objetivo geral compreender como a integração entre metodologias ágeis e educação empreendedora pode favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI no ensino de Engenharia, tendo a formação docente como eixo estruturante de práticas pedagógicas colaborativas e contextualizadas. Os objetivos específicos foram:

- I. Mapear as competências essenciais do século XXI requeridas pelo mercado de trabalho e pelas diretrizes curriculares na formação de engenheiros;
- II. Identificar as possibilidades e os limites institucionais para a adoção do ensino ágil nos cursos de Engenharia da Rede Federal;
- III. Investigar de que modo a educação empreendedora, enquanto estratégia pedagógica integradora, contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, para a inovação e curricularização da extensão na formação em Engenharia;

- IV. Entender as percepções de estudantes, docentes e gestores sobre as práticas pedagógicas vigentes nos cursos de Engenharia do IFCE analisados e sobre o desenvolvimento de competências nesses cursos;
- V. Elaborar uma proposta de ajuste curricular e de formação docente baseada na articulação entre ensino ágil, educação empreendedora e competências para o século XXI.

A pergunta de pesquisa que orientou o trabalho foi: Como o ensino de Engenharia pode integrar metodologias ágeis e princípios da educação empreendedora em suas práticas pedagógicas, a partir da formação docente, para promover o desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI?

A hipótese geral postulada foi que a articulação entre metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia contribui para ampliar a participação ativa dos estudantes, favorecer o desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, cooperação e tomada de decisão, desde que acompanhada por processos sistemáticos de formação docente e reestruturação curricular capazes de enfrentar os entraves institucionais à sua implementação.

A tese afirmativa defendida sustenta que a articulação entre metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais requeridas no século XXI, ao promover práticas pedagógicas colaborativas, contextualizadas e interdisciplinares, com a formação docente desempenhando papel central na viabilização e continuidade dessas ações no âmbito institucional.

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que todos os objetivos propostos foram plenamente atingidos e a hipótese foi confirmada. A seguir, detalha-se como cada objetivo específico foi contemplado ao longo da pesquisa.

9.2 Alcance dos objetivos específicos

- I. Mapear as competências essenciais do século XXI requeridas pelo mercado de trabalho e pelas diretrizes curriculares na formação de engenheiros: este objetivo foi plenamente alcançado, por meio das revisões sistemáticas da literatura, da análise documental das DCN e dos PPCs. Identificou-se que competências, como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, criatividade, comunicação e competências socioemocionais, são amplamente demandadas tanto

pelo mercado quanto pelas normativas educacionais. A ATR evidenciou convergências e lacunas entre as exigências externas e a realidade curricular, fundamentando a necessidade de inovação na formação em Engenharia;

- II. Identificar as possibilidades e os limites institucionais para a adoção do ensino ágil nos cursos de Engenharia da Rede Federal: a análise qualitativa das entrevistas com gestores, coordenadores e docentes, aliada à análise dos PPCs e à escuta ampliada nas oficinas, permitiu mapear potencialidades e barreiras institucionais à implementação do ensino ágil. Destacam-se como possibilidades o interesse dos docentes por inovação e abertura para metodologias ativas e, como limites, a fragmentação curricular, a cultura pedagógica tradicional e a carência de formação docente continuada. Os dados quantitativos reforçaram esses achados, ao apontar percepções positivas, mas também preocupações quanto à viabilidade e apoio institucional;
- III. Investigar de que modo a educação empreendedora, enquanto estratégia pedagógica integradora, contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, para a inovação e curricularização da extensão na formação em Engenharia: este objetivo foi contemplado, por meio da análise dos dados das oficinas formativas, do grupo focal e dos relatos de docentes e gestores. Evidenciou-se que a educação empreendedora, quando compreendida de forma crítica e contextualizada, pode atuar como eixo integrador do currículo, promovendo o desenvolvimento de competências socioemocionais, inovação e articulação entre ensino, pesquisa e extensão. A curricularização da extensão emergiu como oportunidade estratégica, mas ainda pouco explorada nos PPCs, sendo potencializada pelas propostas de trilha formativa e das sequências didáticas;
- IV. Entender as percepções de estudantes, docentes e gestores sobre as práticas pedagógicas vigentes nos cursos de Engenharia do IFCE analisados e acerca do desenvolvimento de competências nesses cursos: o objetivo foi plenamente atingido, por meio da aplicação de questionários (análise quantitativa e TRI), entrevistas e grupo focal. Os resultados revelaram convergências quanto à valorização das competências do século XXI e ao desejo de práticas pedagógicas mais colaborativas e contextualizadas. Foram identificadas tensões relativas à sobrecarga curricular, à resistência à mudança e à necessidade de políticas institucionais de formação docente. A escuta ampliada evidenciou o protagonismo discente e a importância da escuta institucional para a transformação curricular;

- V. Elaborar uma proposta de ajuste curricular e de formação docente baseada na articulação entre ensino ágil, educação empreendedora e competências para o século XXI: a elaboração e validação da trilha formativa interdisciplinar, do curso MOOC GPEI e das sequências didáticas atenderam plenamente a este objetivo. Os produtos foram fundamentados na triangulação dos achados documentais, empíricos e teóricos, e validados junto a docentes e gestores. Ademais, a proposta apresentada no Capítulo 8 é replicável e adaptável a diferentes contextos da Rede Federal, consolidando a formação docente como eixo estruturante da inovação curricular e do desenvolvimento de competências para o século XXI.

9.3 Resposta à pergunta de pesquisa

A pergunta orientadora desta tese foi: Como a formação docente em Engenharia pode integrar princípios do ensino ágil e da educação empreendedora, de modo a favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI?

Os resultados desta investigação permitem afirmar que a integração entre metodologias ágeis e educação empreendedora no ensino de Engenharia é viável, relevante e transformadora, quando estruturada a partir de processos sistemáticos de formação docente e de uma reorganização curricular comprometida com o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais. A análise documental, as revisões sistemáticas, a escuta institucional e a validação empírica evidenciaram que:

- I. A formação docente é o eixo estruturante: o protagonismo docente, quando apoiado por trilhas formativas, oficinas colaborativas e recursos, como o MOOC GPEI, viabiliza a apropriação crítica das metodologias ágeis (como o *Scrum*) e dos princípios da educação empreendedora, promovendo práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas;
- II. A integração curricular é possível e desejada: as experiências de ensino ágil e educação empreendedora, quando articuladas em projetos interdisciplinares e disciplinas integradoras, favorecem a aprendizagem ativa, resolução de problemas reais, criatividade, colaboração e curricularização da extensão, como demandam as novas DCN e o mercado de trabalho contemporâneo;
- III. A escuta institucional e a cultura colaborativa são catalisadoras de mudança: a escuta qualificada de estudantes, docentes e gestores revelou tanto as tensões institucionais quanto o desejo coletivo de inovação, indicando que a transformação curricular

depende da construção de ambientes colaborativos, da valorização da autonomia docente e do alinhamento entre políticas institucionais e práticas pedagógicas;

- IV. O desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI é potencializado: a articulação proposta nesta tese demonstrou, com base nos dados quantitativos e qualitativos, que competências, como pensamento crítico, comunicação, criatividade, liderança, empatia e resolução de problemas, são efetivamente promovidas quando o ensino ágil e a educação empreendedora são integrados de modo planejado e reflexivo.

Portanto, a resposta à pergunta de pesquisa é afirmativa e fundamentada:

O ensino de Engenharia pode integrar metodologias ágeis e princípios da educação empreendedora em suas práticas pedagógicas, desde que essa integração seja ancorada em processos sistemáticos de formação docente, em políticas institucionais de apoio e em uma reorganização curricular que valorize a aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade e o protagonismo dos sujeitos. Essa integração promove, de forma comprovada, o desenvolvimento das competências essenciais ao século XXI, tornando-se referência para a inovação curricular e a formação de engenheiros críticos, criativos e socialmente comprometidos.

9.4 Síntese do percurso e dos principais resultados

Esta investigação partiu do reconhecimento de que os currículos e as práticas pedagógicas dos cursos de Engenharia, sobretudo no âmbito da EPT, ainda apresentam limites estruturais que dificultam a promoção de competências essenciais para o século XXI. A experiência empírica com o Projeto *Startup* IFCE evidenciou o potencial de estratégias, como o ensino ágil e a educação empreendedora, para fomentar aprendizagens mais significativas, colaborativas e socialmente referenciadas, servindo como gatilho investigativo para a construção desta tese.

A pesquisa foi conduzida com base em uma abordagem qualitativa, crítica e aplicada, estruturando-se em três eixos metodológicos articulados: (i) análise documental das DCN, PPCs e normativas institucionais; (ii) escuta qualificada de estudantes, docentes e gestores, por meio de entrevistas, grupo focal e questionários com análise fatorial e TRI; (iii) proposição e validação de dispositivos pedagógicos formativos, como a trilha interdisciplinar, o curso MOOC GPEI e as sequências didáticas integradas. A condução metodológica se fundamentou em Yin (2015), Thiollent (2011), Creswell (2007) e Braun e Clarke (2019).

A ATR dos dados qualitativos evidenciou tensões estruturais nos currículos, como a fragmentação disciplinar, a baixa integração entre ensino, pesquisa e extensão e a ausência de espaços estruturados para a formação docente continuada. Ao mesmo tempo, revelou a disposição dos sujeitos institucionais para a mudança, o reconhecimento das lacunas existentes e o interesse por propostas pedagógicas inovadoras e factíveis.

No plano conceitual, a pesquisa reafirmou a relevância da articulação entre ensino ágil e educação empreendedora como estratégias capazes de dinamizar a prática pedagógica e alinhar o ensino de Engenharia às demandas do mundo do trabalho e da sociedade. Essa articulação foi compreendida à luz das competências do século XXI (Binkley *et al.*, 2012; Trilling; Fadel, 2009), da concepção omnilateral de formação humana (Saviani, 2013) e do papel mediador e reflexivo do professor na EPT (Perrenoud, 1999; Ramos, 2014).

Os resultados empíricos mostraram que os dispositivos propostos foram bem avaliados pelos participantes e considerados aplicáveis, desde que institucionalizados por meio de políticas formativas contínuas, reorganização curricular e apoio à inovação pedagógica. A proposta da trilha formativa, construída com base em dados, práticas e validação coletiva, representa uma resposta concreta, situada e replicável aos desafios identificados na formação em Engenharia, com potencial de adaptação a diferentes contextos da Rede Federal e de outras instituições comprometidas com a inovação educacional.

Em síntese, esta tese demonstrou que é possível construir percursos formativos inovadores, críticos e viáveis no ensino de Engenharia, desde que se reconheça a centralidade da formação docente e se promova o diálogo entre currículo, território e projeto histórico de formação. Ao valorizar a escuta institucional, a prática colaborativa e a intervenção situada, a pesquisa reafirma o lugar da EPT como espaço de resistência, criação e emancipação, oferecendo caminhos concretos para a transformação curricular orientada ao desenvolvimento das competências essenciais ao século XXI.

9.5 Contribuições da tese para o ensino de Engenharia e formação docente

As contribuições desta tese se manifestam em três dimensões complementares – teórica, metodológica e prática –, impactando tanto o campo da pesquisa em educação quanto o cotidiano formativo dos cursos de Engenharia, especialmente no âmbito da Rede Federal de EPT.

No plano teórico, a tese aprofunda a articulação entre ensino ágil e educação empreendedora, situando essas abordagens no contexto da formação omnilateral (Saviani,

1989; Ramos, 2014) e das competências para o século XXI (Trilling; Fadel, 2009; Binkley *et al.*, 2012). Essa articulação, frequentemente tratada sob uma ótica superficial ou tecnicista, é aqui ressignificada a partir de uma perspectiva crítica, que recusa a lógica mercadológica do empreendedorismo instrumental e defende a formação de sujeitos autônomos, colaborativos e comprometidos com a transformação social. Ao dialogar com os marcos da EPT, a tese reforça o potencial dessas abordagens, quando mediadas por práticas pedagógicas intencionais, éticas e socialmente referenciadas.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa reafirma a potência da pesquisa-ação crítica (Thiollent, 2011) e da ATR (Braun; Clarke, 2019) como caminhos para construir investigações implicadas, dialógicas e formativas. A triangulação de dados, combinando documentos oficiais, instrumentos quantitativos e escuta qualificada dos sujeitos institucionais, demonstrou-se eficaz não apenas para validar achados, mas para construir interpretações densas, coletivas e eticamente comprometidas. A aplicação da TRI e da Análise Fatorial na escuta discente representa um avanço importante na combinação entre métodos qualitativos e quantitativos no campo da educação em Engenharia.

Nesse percurso, as revisões sistematizadas e a triangulação metodológica dialogaram também com experiências internacionais de referência em ensino de Engenharia, permitindo confrontar o cenário da Rede Federal com práticas formativas desenvolvidas em instituições estrangeiras e identificar convergências, lacunas e possibilidades de inovação. Além disso, parte dos resultados e produtos da pesquisa foi traduzida e divulgada em língua inglesa, inserindo a proposta desenvolvida no IFCE no debate internacional sobre formação docente, ensino ágil e educação empreendedora, reforçando o compromisso da tese com a circulação global de conhecimentos produzidos no contexto local.

No plano prático e institucional, destaca-se a proposição e validação de dispositivos formativos concretos, construídos a partir da escuta institucional e da análise crítica das condições curriculares vigentes. A trilha interdisciplinar, o curso MOOC GPEI e as sequências didáticas, elaboradas e testadas nas oficinas com professores, representam produtos educacionais que podem ser reaplicados, adaptados e ampliados em outras instituições da Rede Federal. Esses dispositivos não são modelos fechados, mas estruturas flexíveis e situadas, que convidam os sujeitos institucionais à reflexão, autoria e reinvenção pedagógica.

Ao distribuir, de forma planejada, experiências de extensão social e acadêmico-profissional ao longo da graduação, a trilha formativa e os demais dispositivos propostos contribuem para que a curricularização da extensão deixe de ser tratada como conjunto de ações pontuais e desarticuladas. Reconhece-se, contudo, que a carga horária

associada a esses componentes não é suficiente, isoladamente, para atingir o mínimo de 10% de extensão previsto para os cursos de Engenharia, o que demanda sua integração a outros componentes curriculares e projetos institucionais. Nessa perspectiva, a trilha opera como eixo organizador da dimensão “fora dos muros” e enquanto referência para a construção de políticas de curso que articulem, de modo sistêmico, diferentes experiências extensionistas ao longo da formação.

Além disso, a tese contribui para a consolidação da formação docente como eixo estruturante da inovação curricular nos cursos de Engenharia. Ao demonstrar que mudanças no ensino técnico-científico exigem também transformações nas concepções pedagógicas dos professores, a pesquisa reforça a urgência de políticas institucionais de formação continuada, que reconheçam o docente como intelectual orgânico (Freire, 1996) e mediador de experiências significativas.

Desse modo, a tese contribui para o fortalecimento de uma concepção de ensino de Engenharia que ultrapassa a lógica conteudista, instrumental e reprodutora. Ao propor um currículo mais integrado, ético e comprometido com os territórios e sujeitos com os quais dialoga, a pesquisa reafirma o papel político da educação e da EPT como espaços de emancipação e projeto histórico.

9.6 Limitações da pesquisa

Toda pesquisa é, por natureza, situada, recortada e condicionada por fatores institucionais, metodológicos e temporais. Reconhecer seus limites não significa enfraquecer seus resultados, mas, ao contrário, reforçar sua legitimidade epistêmica e transparência, conforme defendem Yin (2015) e Thiollent (2011), ao situar a ciência como produção social e contextualmente mediada.

Um dos limites centrais deste estudo se refere ao recorte institucional, que envolveu dois *campi* do IFCE (Fortaleza e Maracanaú). Embora essa delimitação tenha sido estratégica, dada a inserção prática e política do pesquisador nesses contextos, ela restringe a generalização dos resultados sob uma perspectiva estatística. Contudo, como explicitado ao longo do trabalho, a pesquisa não buscou representatividade amostral, mas sim a generalização analítica (Yin, 2015; Lüdke; André, 2018), voltada à construção de proposições replicáveis e transferíveis a outros contextos da Rede Federal e da EPT.

Outro limite importante diz respeito à dimensão temporal da pesquisa, que coincidiu com reconfigurações institucionais em execução nos PPCs dos cursos de Engenharia, além dos

desafios estruturais e logísticos impostos ao trabalho docente, especialmente no contexto pós-pandemia. Tais fatores influenciaram a disponibilidade dos participantes e exigiram adaptações metodológicas que privilegiaram a profundidade em detrimento da amplitude, como a escolha por entrevistas com sujeitos estratégicos e oficinas com grupos reduzidos de docentes.

Também se reconhece como limite o fato de que a implementação da trilha formativa e dos dispositivos propostos ainda está em estágio inicial, exigindo acompanhamento longitudinal para avaliação de seus efeitos sobre o currículo e as práticas docentes. Embora a proposta tenha sido validada em termos de pertinência e aplicabilidade, sua institucionalização completa depende de variáveis que extrapolam o escopo desta pesquisa, como o apoio da gestão, o tempo docente para planejamento e a integração efetiva entre os núcleos pedagógicos e as coordenações de curso.

Adicionalmente, a pesquisa se concentrou em sujeitos internos à instituição (estudantes, docentes e gestores), o que limita a presença sistemática de atores externos, como representantes de comunidades, escolas e empresas, nos dados analisados. Essa ausência restringe a compreensão mais direta dos efeitos da extensão “fora dos muros” sobre os territórios e o mundo do trabalho, configurando um limite importante em relação à curricularização da extensão. Estudos futuros, com participação mais ampla de sujeitos externos, poderão aprofundar essa dimensão e qualificar a avaliação da proposta formativa.

Dessa forma, ainda que a pesquisa tenha mobilizado instrumentos quantitativos relevantes, como o uso da TRI e da Análise Fatorial, reconhece-se que o cruzamento de dados poderia ser ampliado em futuros estudos, inclusive com outras fontes e métodos, como observação participante, análise de impacto longitudinal e estudos multicêntricos, ampliando a compreensão das dinâmicas formativas institucionais e o potencial de replicação dos dispositivos desenvolvidos.

Apesar desses limites, a consistência metodológica, a coerência entre os objetivos e procedimentos e a escuta qualificada dos sujeitos permitiram à pesquisa alcançar resultados significativos e transformadores, cuja validade reside tanto na densidade interpretativa quanto na aplicabilidade prática das propostas construídas.

9.7 Perspectivas futuras: desdobramentos, publicações e pós-doutorado

Ao longo desta tese, foram produzidas proposições formativas, análises críticas e dispositivos pedagógicos com alto potencial de replicabilidade e aprofundamento. As perspectivas futuras da pesquisa se desdobram em três direções complementares: o

acompanhamento institucional e formativo no IFCE, a ampliação da produção e disseminação científica e a consolidação de um projeto de pós-doutorado voltado à expansão, modelagem avançada e avaliação longitudinal dos resultados aqui alcançados.

No âmbito institucional, destaca-se como prioridade o acompanhamento da implementação da trilha formativa interdisciplinar e dos produtos pedagógicos desenvolvidos, especialmente no contexto dos cursos de Engenharia do IFCE. A proposta da trilha, fundamentada nas competências do século XXI e na articulação entre ensino ágil, extensão e educação empreendedora, apresenta potencial de integração aos novos PPCs em fase de revisão, tanto no IFCE quanto em outras instituições da Rede Federal. A institucionalização do curso MOOC GPEI, enquanto ferramenta permanente de formação continuada, representa uma ação estratégica para o fortalecimento da inovação pedagógica e a consolidação de uma cultura docente colaborativa e reflexiva, prevendo, em etapa posterior, sua oferta em plataformas institucionais, com registro de matrículas, certificação e recursos ampliados de acessibilidade e navegação.

Ao consolidar um modelo de formação docente articulado à trilha formativa, ao MOOC e às sequências didáticas, esta tese se configura como projeto guarda-chuva, do qual podem derivar produtos acadêmicos (artigos, capítulos e livro) e estudos futuros de implementação, acompanhamento e avaliação em diferentes cursos e *campi* da Rede Federal. Entre os desdobramentos previstos, inclui-se a elaboração de materiais complementares, como fluxogramas padronizados, infográficos e manuais de aplicação, que sistematizem o modelo em formatos de fácil apropriação por docentes, equipes pedagógicas e gestores, a serem desenvolvidos em fase posterior, a partir da experiência acumulada na aplicação do modelo em contextos diversos.

No campo da produção acadêmico-científica, a tese oferece material robusto para a elaboração de artigos científicos, capítulos de livros e materiais de formação continuada. Entre os temas a serem explorados em publicações futuras, destacam-se: (i) a articulação entre ensino ágil e competências transversais; (ii) a metodologia da ATR em pesquisas aplicadas à educação tecnológica; (iii) os impactos institucionais da pesquisa-ação crítica em cursos de Engenharia; (iv) a sistematização da experiência de construção e validação da trilha formativa interdisciplinar; (v) a modelagem do “modelo GPEI” como metodologia de referência para formação docente em Engenharia e curricularização da extensão. Essas publicações poderão contribuir para o debate nacional e internacional sobre inovação curricular, formação docente e desenvolvimento de competências para o século XXI, sendo parte dos resultados submetida

também como experiência exitosa em eventos e fóruns da Rede Federal, de modo a favorecer a apropriação e adaptação da proposta por outras instituições e equipes docentes.

Nessa perspectiva, a continuidade acadêmica da pesquisa se projeta na formulação de um projeto de pós-doutorado, preferencialmente vinculado a um programa com tradição em formação docente e inovação curricular. Assim, a proposta inicial é aprofundar a análise dos efeitos da implementação dos dispositivos propostos nesta tese, por meio de um estudo longitudinal que integre avaliação de impacto, análise de práticas docentes e experiências formativas reais dos estudantes, associado a uma modelagem teórico-metodológica mais fina do enquadramento adotado (pesquisa-ação crítica, pesquisa participante e abordagens colaborativas), à luz de novos ciclos de implementação. O projeto poderá ainda incluir a expansão do curso MOOC para outros contextos da Rede Federal, o desenvolvimento de um observatório institucional sobre inovação curricular na EPT e a articulação com redes internacionais de pesquisa em ensino de Engenharia, potencializando a circulação e validação externa do modelo desenvolvido.

Assim, esta tese não se encerra em si mesma: projeta-se como ponto de partida para novas reflexões, ações e articulações que reafirmam a educação como prática de liberdade (Freire, 1996) e espaço de resistência e reinvenção. A formação em Engenharia, aqui compreendida em sua dimensão técnica, ética, política e social, demanda mais do que reformas curriculares – requer projetos de formação comprometidos com sujeitos, territórios e futuros possíveis, capazes de responder aos desafios contemporâneos com criatividade, criticidade e compromisso social.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, I. M.; JABOR, M. K. B.; AKOR, T. S. Developing 4IR Engineering Entrepreneurial Skills in Polytechnic Students: A Conceptual Framework. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)**, Bhopal, v. 9, n. 3, p. 2636-2642, jan. 2020. Disponível em: <https://www.ijitee.org/portfolio-item/C8754019320/>. Acesso em: 12 set. 2025.
- ABINA, A. *et al.* Challenging 21st-century competencies for STEM students: companies' vision in Slovenia and Norway in the light of global initiatives for competencies development. **Sustainability**, Basileia, v. 16, n. 3, p. 1-10, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16031295>. Acesso em: 11 set. 2025.
- AB-RAHMAN, M. S. *et al.* A global program-educational-objectives comparative study for Malaysian electrical and electronic engineering graduates. **Sustainability**, Basileia, v. 14, n. 3, p. 1-15, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14031280>. Acesso em: 12 set. 2025.
- AHMAD, F. S. *et al.* Entrepreneurship education for industrial professionals: the influence of communication, teamwork, leadership, and innovative soft skills on job performance. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**, Bhopal, v. 8, n. 1, p. 1-10, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.35940/ijrte.C1037.1183S319>. Acesso em: 12 set. 2025.
- AIRES, R. W. do A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. de S. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO, 7., 2017, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: Ciki, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314> . Acesso em: 8 set. 2025.
- ALBUQUERQUE, S. *et al.* A contribuição das metodologias ativas na formação do comportamento empreendedor. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, v. 22, n. 1, p. 97-118, jan./mar. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.26767/coloquio.222025.3637>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- ALHASANI, M. A study on Albanian students' perceptions of the ESP courses contribution to their engineering/architecture knowledge acquisition and communication competence. **Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes**, Niš, v. 9, n. 1, p. 109-117, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22190/JTESAP2101109A>. Acesso em: 28 dez. 2024.
- ALVES, A.; KLAUS, V.; LOUREIRO, C. B. Do sonho à realização: pedagogia empreendedora, empresariamento da educação e racionalidade neoliberal. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 1-19, dez. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/5JTnbbHtXwFWkKyq3mqbgNd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 maio 2025.
- ALVES, J. L.; DUARTE, T. Teaching ceramic materials in mechanical engineering: an active learning experience. **International Journal of Mechanical Engineering Education**,

London, v. 51, n. 1, p. 23-46, dez. 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1177/03064190221142096>. Acesso em: 11 set. 2025.

AMALU, E. H. *et al.* Critical skills needs and challenges for STEM/STEAM graduates increased employability and entrepreneurship in the solar energy sector. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 187, n. 1, p. 1-13, dez. 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113776>. Acesso em: 12 set. 2025.

ANANDA, A. F.; MUKHADIS, A. Production unit as edupreneurship, cooperation business and industrial world with the school for the development of vocational student entrepreneurship mindset. *In*: CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS DE ENGENHARIA MECÂNICA E EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2016, Java Oriental. **Anais [...]**. Java Oriental: AIP Publishing, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.4965782>. Acesso em: 12 set. 2025.

ANDRADE, K. K. de. A importância da formação continuada para professores: como ela pode transformar a prática docente. **Revista LEV**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 1, p. 1-13, dez. 2023. Disponível em:
<https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/download/3620/4682/13863>. Acesso em: 5 jun. 2025.

ANDRADE-ARENAS, L.; ANDRADE-CHAICO, F. On the training of soft skills in a Peruvian university: strengths and weaknesses. *In*: LACCEI INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE FOR ENGINEERING, EDUCATION, AND TECHNOLOGY, 18., 2020, Bogota. **Anais [...]**. Bogota: Virtual Edition, 2020. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.261>. Acesso em: 16 set. 2025.

ANGELO, F. J. *et al.* Metodologias ativas no ensino de engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 10., 2024, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Confea, 2024. Disponível em:
https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/EXP/METODOLOGIAS_ATIVAS_NO_ENSINO_DA_ENGENHARIA_NO_BRASIL__DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

ARNOLD, M. G. Sustainability service learning in economics. **Journal of International Education in Business**, Leeds, v. 15, n. 1, p. 106-125, abr. 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.1108/JIEB-03-2021-0040>. Acesso em: 14 set. 2025.

ATLAMAZ, T. A. *et al.* Nurturing soft skills in engineering education with interactive activities. **International Journal of Education in Mathematics Science and Technology**, Ames, v. 12, n. 4, p. 971-987, ago. 2024. Disponível em:
<https://doi.org/10.46328/ijemst.4213>. Acesso em: 11 set. 2025.

AYALEW, M. M.; ZELEKE, S. A. Modeling the impact of entrepreneurial attitude on self-employment intention among engineering students in Ethiopia. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, London, v. 7, n. 8, p. 1-13, dez. 2018. Disponível em:
<https://doi.org/10.1186/s13731-018-0088-1>. Acesso em: 12 set. 2025.

BARROS, V. de; PAIVA, H.; HAYASHI, V. Using PBL and Agile to teach artificial intelligence to undergraduate computing students. **IEEE Access**, São Paulo, v. 11, n. 1, p.

77737–77749, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3298294>. Acesso em: 14 set. 2025.

BATAINEH, O. *et al.* Gender disparity in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) programs at Jordanian universities. **Sustainability**, Basileia, v. 14, n. 21, p. 1-14, dez., 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su142114069>. Acesso em: 10 set. 2025.

BAZZO, W. A. **Introdução à engenharia**. Florianópolis: UFSC, 2012.

BEKE, E.; TICK, A. Applicability of Education 4.0 in higher education: engineering students' survey. **Journal of Technology and Science Education**, Terrassa, v. 14, n. 1, p. 529-552, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3926/jotse.1845>. Acesso em: 10 set. 2025.

BILAU, J.; SANTOS, M. Entrepreneurship education in engineering courses: an analysis of challenges and opportunities. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP, 18., 2023, Porto. **Anais [...]**. Porto: ECIE, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34190/ecie.18.1.1826>. Acesso em: 12 set. 2025.

BINKLEY, M. *et al.* Defining twenty-first century skills. In: GRIFFIN, P.; CARE, E. (org.). **Assessment and Teaching of 21st Century Skills**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 17-66.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 9 set. 2025.

BÖHM, N. **Educating Uncertainty**: How students learn to deal with uncertainty in sustainability challenges in transdisciplinary education. Delft: Delft University of Technology, 2023.

BONILAURE, K. M.; RESENDE, L. M. Formação pedagógica de professores engenheiros: um desafio na expansão do Instituto Federal do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: COBENGE, 2013. Disponível em: https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/117075_1.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

BÖRNER, K. *et al.* Skill discrepancies between research, education, and jobs reveal the critical need to supply soft skills for the data economy. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, New York, v. 115, n. 28, p. 7120-7125, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1804247115>. Acesso em: 11 set. 2025.

BORREGO, M.; FOSTER, M. J.; FROYD, J. E. Systematic literature reviews in engineering education and other developing interdisciplinary fields. **Journal of Engineering Education**, Medford, v. 103, n. 1, p. 45-76, dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jee.20038>. Acesso em: 10 set. 2025.

BOSMAN, L. B.; PHILLIPS, M. Integrating the entrepreneurial mindset into the engineering classroom. **IEEE Transactions on Education**, New York, v. 65, n. 2, p. 150-155, maio, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3101360>. Acesso em: 12 set. 2025.

BRASIL. Carta Circular nº 1, de 3 de março de 2021. Orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/camaras-tecnicas-e-comissoes/conep/legislacao/cartas-circulares/carta-circular-no-1-de-3-de-marco-de-2021.pdf/view>. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Decreto nº 8.752, de 9 de maio de 2016. Dispõe sobre a Política Nacional de Formação dos Profissionais da Educação Básica. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2016a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8752.htm. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 9 set. 2025.

BRASIL. **Princípios norteadores das Engenharias nos Institutos Federais**. Brasília: MEC, 2008. Disponível em: <https://www.ifsudestemg.edu.br/documentos-institucionais/unidades/reitoria/pro-reitorias/desenvolvimento-institucional/politica-e-normas/principios-norteadores-das-engenharias-nos-institutos-federais.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cne-ces-2019>. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 5, de 4 de novembro de 2016. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Engenharia da Computação e Engenharia de Software. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2016b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cne-ces-2018>. Acesso em: 9 set. 2025.

BRASIL. Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional e Tecnológica. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2021. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=167931-rcp001-21&category_slug=janeiro-2021-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. **Diário Oficial da República Federativa**. Brasília, 2016c. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view>. Acesso em: 10 set. 2025.

BRAUN, V.; CLARKE, V. **Thematic analysis**: a practical guide. London: SAGE Publications, 2019.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, London, v. 3, n. 2, p. 77-101, dez. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>. Acesso em: 10 set. 2025.

BROWN, T. **Design thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

BURNHAM, J. F. Scopus database: a review. **Biomedical Digital Libraries**, New York, v. 3, n. 1, p. 1-2, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1742-5581-3-1>. Acesso em: 10 set. 2025.

BUSHUYEVA, N.; BUSHUIEV, D.; BUSHUIEVA, V. Agile leadership of managing innovation projects. **Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries**, Kiev, v. 4, n. 10, p. 77-84, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.10.077>. Acesso em: 14 set. 2025.

BUZADY, Z.; ALMEIDA, F. FLIGBY – A serious game tool to enhance motivation and competencies in entrepreneurship. **Informatics**, Basileia, v. 6, n. 3, p. 1-19, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/informatics6030027>. Acesso em: 12 set. 2025.

CAGGIANO, V. *et al.* Soft skills in engineers, a relevant field of research: exploring and assessing skills in Italian engineering students. **Ingeniería e Investigación**, Bogotá, v. 40, n. 2, p. 1-10, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n2.83717>. Acesso em: 10 set. 2025.

CAMPOS, D. B. de; RESENDE, L. M. M. de; FAGUNDES, A. B. The Importance of Soft Skills for the Engineering. **Creative Education**, Glendale, v. 11, n. 8, p. 1504-1518, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ce.2020.118109>. Acesso em: 9 set. 2025.

CAMPOS JUNIOR, H. de; BAGATINI, F. Z. Da concepção à prática: a integração de três metodologias ativas de ensino. **Revista Brasileira de Casos de Ensino em Administração**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-14, mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12660/gvcasosv13nespeciala3>. Acesso em: 9 set. 2025.

CARATOZZOLO, P. *et al.* The use of video essays and podcasts to enhance creativity and critical thinking in engineering. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, New York, v. 16, p. 1231-1251, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00952-8>. Acesso em: 11 set. 2025.

CARDOSO, A. G. **Modelo de estruturação de sequências didáticas para o ensino por competências**. Fortaleza: IFCE, 2024.

CARDOSO, T. *et al.* Combining Agile and DevOps to improve students' tech and non-tech skills. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION, 13., 2021, Setúbal. **Anais [...]**. Setúbal: SciTePress, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5220/0010401302990306>. Acesso em: 11 set. 2025.

CARVALHO, J. S. F. de. O discurso pedagógico das diretrizes curriculares nacionais: competência crítica e interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 112, p. 129-146, mar. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/GFc8FrFhfJKKtmJjBBzrkCR/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

CAVALCANTE, L. T. C.; OLIVEIRA, A. A. S. de. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 83-102, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>. Acesso em: 10 set. 2025.

CESCO, S. *et al.* The future challenges of scientific and technical higher education. **Tuning Journal for Higher Education**, Bilbao, v. 8, n. 2, p. 85-117, dez. 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.18543/TJHE-8\(2\)-2021PP85-117](https://doi.org/10.18543/TJHE-8(2)-2021PP85-117). Acesso em: 11 set. 2025.

CHAIBATE, H. *et al.* A comparative study of the engineering soft skills required by Moroccan job market. **International Journal of Higher Education**, Ontário, v. 9, n. 1, p. 142-150, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n1p142>. Acesso em: 28 dez. 2024.

CHAIBATE, H. *et al.* Analytical hierarchy process applied to pedagogical method selection problems. **Education Research International**, London, v. 2021, n. 1, p. 1-17, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/6664758>. Acesso em: 11 set. 2025.

CHAROSKY, G. *et al.* Developing innovation competences in engineering students: a comparison of two approaches. **European Journal of Engineering Education**, London, v. 47, n. 2, p. 353-372, dez. 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03043797.2021.1968347>. Acesso em: 9 set. 2025.

CHENG, Y.; WANG, K.; LEE, I. Application of engineering education in entrepreneurship construction system. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, East Sussex, v. 14, n. 6, p. 2185-2191, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/86963>. Acesso em: 12 set. 2025.

CHIKASHA, P.; RAMDASS, K. R.; MOKGOHLOA, K. Balancing employment and entrepreneurship requirements in industrial engineering education. **South African Journal of Industrial Engineering**, Waterkloof, v. 32, n. 4, p. 1-12, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7166/32-4-2398>. Acesso em: 12 set. 2025.

CHRISTENSEN, E. L.; PAASIVAARA, M. Learning soft skills through distributed software development. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE AND SYSTEM PROCESSES; INTERNATIONAL CONFERENCE ON GLOBAL SOFTWARE

ENGINEERING, 16., 2022, New York. **Anais [...]**. New York: ACM, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3529320.3529331>. Acesso em: 11 set. 2025.

CIAVATTA, M. Currículo integrado: concepção e significados. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (org.). **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 83-108.

CIAVATTA, M. O ensino integrado, a politécnica e a educação omnilateral: por que lutamos? **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 187-205, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/trabedu/article/view/9303> . Acesso em: 9 set. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **O futuro das engenharias no Brasil**. Brasília: CONFEA, 2024. Disponível em: https://www.mutua.com.br/wp-content/uploads/2024/09/futuro_engenharias-19-09-24.pdf. Acesso em: 18 ago. 2025.

CONSELHO NACIONAL DAS INSTITUIÇÕES DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. **Diretrizes para a Educação Profissional e Tecnológica do Brasil**. Brasília: CONIF, 2022. Disponível em: https://portal.conif.org.br/images/Docs/estudos/diretrizes-para-a-educacao-profissional-e-tecnologica-do-brasil_digital.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

CORDEIRO, F. R. *et al.* Production engineers profiling: competences of the professional the market wants. **Production**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1-14, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190093>. Acesso em: 11 set. 2025.

CORDEIRO, J. S. *et al.* Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, Curitiba, v. 27, n. 3, p. 69-82, ago. 2009. Disponível em: <https://revista.abenge.org.br/index.php/abenge/article/view/68>. Acesso em: 22 set. 2025.

CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2007.

COTET, G. B.; CARUTASU, N. L.; CHISCOP, F. Industry 4.0 diagnosis from an iMillennial educational perspective. **Education Sciences**, Basileia, v. 10, n. 1, p. 1-14, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci10010021>. Acesso em: 11 set. 2025.

CRANDALL UNIVERSITY. **ClayStone Certificate Program Overview**. Moncton: Crandall University, 2023.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, New York, v. 16, n. 3, p. 297-334, dez. 1951. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02310555>. Acesso em: 16 set. 2025.

CRUZ, F. **Scrum e Agile em projetos: guia completo para gestão ágil com o framework Scrum, o Guia PMBOK® e métodos ágeis**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

CRUZ, F. **Scrum e Pmbok Unidos no Gerenciamento de Projetos**. 1. ed. São Paulo: Brasport, 2013.

CUI, F. Application and evaluation of “CDIO” in innovation and entrepreneurship education in higher vocational colleges. **Journal of Physics: Conference Series**, Chengdu, v. 1629, n. 1, p. 1-8, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1629/1/012077>. Acesso em: 12 set. 2025.

CUNHA, L. A.; SÁ, E. M. de. Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades. **Educação & Sociedade**, São Paulo, v. 36, n. 131, p. 857-876, dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/NGJT56LBxz9VCD Cp7gr86Tf/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

CZERWIŃSKA-LUBSZCZYK, A.; GREBSKI, M.; JAGODA-SOBALAK, D. Competencies of graduates: an industry expectation. **Management Systems in Production Engineering**, Boston, v. 30, n. 2, p. 98-104, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0021>. Acesso em: 28 dez. 2024.

DEBELO, B. K.; RAM, B. M. V. Entrepreneurship education impact on self-employment intention: case of university students in Ethiopia. **International Journal of Economics, Finance and Management Sciences**, Boston, v. 9, n. 5, p. 183-192, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20210905.13>. Acesso em: 12 set. 2025.

DEMCHENKO, Y. *et al.* Professional and 21st-century skills for data driven digital economy. In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 1., 2023, London. **Anais [...]**. London: IEEE, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125263>. Acesso em: 16 set. 2025.

DEWATERS, J.; KOTLA, B. Growing the entrepreneurial mindset in first year engineering students using sociotechnical design challenges. **International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)**, Frankfurt, v. 13, n. 7, p. 24-49, out. 2023a. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i7.41667>. Acesso em: 12 set. 2025.

DEWATERS, J.; KOTLA, B. Using an open-ended socio-technical design challenge to foster entrepreneurial skills in engineering students. **Frontiers in Education**, Lausana, v. 8, n. 1, p. 1-10, dez. 2023b. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1198161>. Acesso em: 16 set. 2025.

DEWEY, J. **Arte como experiência**. São Paulo: Iluminuras, 1934.

DEWEY, J. Education as engineering. **Journal of Curriculum Studies**, Paris, v. 41, n. 1, p. 1-5, fev. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00220270802169345>. Acesso em: 29 nov. 2024.

DINIS-CARVALHO, J. *et al.* Effectiveness of Scrum in project based learning: Students view. In: International Conference on Innovation, Engineering and Entrepreneurship. **Springer**, Cham, v. 10, n. 1, p. 1118-1124, dez. 2018. Disponível em:

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/71512/1/Ci_2019_LNEE_Effectiveness-of-SCRUM-in-PBL_Final.pdf. Acesso em: 8 set. 2025.

DIREITO, I.; FREITAS, A. Bridging the gap: embedding transversal skills in engineering doctoral education. *In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON)*, 1., 2024, London. **Anais [...]**. London: IEEE, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578771>. Acesso em: 11 set. 2025.

DOLABELA, F. **Oficina do empreendedor**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

DOLEBELA, F. **O segredo de Luísa**: uma ideia, uma paixão e um plano de negócios: como nasce o empreendedor e se cria uma empresa. São Paulo: Cultura Editores Associados, 2003a.

DOLABELA, F. **Pedagogia empreendedora**: o ensino de empreendedorismo na educação básica voltado para o desenvolvimento social sustentável. Belo Horizonte: Casa da Qualidade, 2003b.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita**: apresentação de uma metodologia. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo**: transformando ideias em negócios. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

D'SOUZA, M. J.; RODRIGUES, P. Extreme pedagogy: an agile teaching-learning methodology for engineering education. **Indian Journal of Science and Technology**, Chennai, v. 8, n. 9, p. 828-833, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i9/53274>. Acesso em: 9 set. 2025.

DUBOVIKOVA, E. P. Developing professional competences in training construction engineering specialists. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Bristol, v. 687, n. 4, p. 1-6, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/687/4/044046>. Acesso em: 11 set. 2025.

EDSTRÖM, K. Academic and professional values in engineering education: engaging with history to explore a persistent tension. **Engineering Studies**, London, v. 10, n. 1, p. 38-65, 2 jan. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19378629.2018.1424860>. Acesso em: 26 set. 2025.

EPSTEIN, A. D.; HUANG-SAAD, A.; DUVAL-COUEIL, N. Faculty and trainee perceptions of NSF I-Corps technology commercialization training. **IEEE Engineering Management Review**, New York, v. 49, n. 1, p. 97-105, mar. 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9252835>. Acesso em: 12 set. 2025.

ESCALFONI, R. E. L. *et al.* Um método para apoiar a identificação de interesses entre participantes de ecossistemas de startups. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO*, 14., 2018, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. Disponível em: http://www.cefet-rj.br/attachments/article/538/Artigo_Um%20m%C3%A9todo%20para%20apoiar%20a%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20interesses.pdf. Acesso em: 9 set. 2025.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, L. **Hélice Tríplice**: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2017.

FAGUNDES, T. B. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 21, n. 65, p. 281-298, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782016216516>. Acesso em: 10 set. 2025.

FAGUNDES, T. Formação docente crítica e os sentidos da inovação. In: SILVA, A. F.; NUNES, M. C. (org.). **Formação Docente em Perspectiva**. Fortaleza: EdUECE, 2016b. p. 32-50.

FERNANDES, S.; DINIS-CARVALHO, J.; FERREIRA-OLIVEIRA, A. T. Improving the performance of student teams in project-based learning with Scrum. **Education Sciences**, Basileia, v. 11, n. 8, p. 1-16, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11080444>. Acesso em: 09 set. 2025.

FERREIRA, V. G.; CANEDO, E. D. Autenticidade na aprendizagem baseada em projetos para desenvolvimento de software: uma revisão sistemática de literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 30., 2019, Brasília. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/8708/6269>. Acesso em: 8 set. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

FRIEBE, M. HealthTEC innovation design: a proposal for a novel master degree program based on unmet clinical need, global healthcare challenges, and 21st century skills. **Current Directions in Biomedical Engineering**, London, v. 6, n. 3, p. 1-5, nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/cdbme-2020-3153>. Acesso em: 12 set. 2025.

FRIGOTTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 28, n. 100, p. 1129-1152, out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302007000300023>. Acesso em: 8 set. 2025.

FRITZSCHE, H.; BOESE, A.; FRIEBE, M. How do we need to adapt biomedical engineering education for the Health 4.0 challenges. **Current Directions in Biomedical Engineering**, London, v. 6, n. 3, p. 1-4, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/cdbme-2020-3154>. Acesso em: 12 set. 2025.

GARCÍA-LASO, A. *et al.* Mentoring in the School of Mines and Energy to cover student needs: from the newly enrolled to the near-graduates. **Sustainability**, Basileia, v. 14, n. 6, p. 1-20, jan./mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14063156>. Acesso em: 10 set. 2025.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-

73, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73>. Acesso em: 10 set. 2025.

GHAFFAR, A. Convergence between 21st century skills and entrepreneurship education in higher education institutes. **International Journal of Higher Education**, London, v. 9, n. 1, p. 218-229, dez. 2020. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1240469>. Acesso em: 8 set. 2025.

GORDON-MIT. **Engineering Leadership Program**. About GEL. Boston: Institute of Technology, 2023.

GRIFFIN, P.; CARE, E. **Assessment and teaching of 21st century skills: methods and approach**. Dordrecht: Springer, 2015.

GRIFFIN, P.; MCGAW, B.; CARE, E. **Assessment and teaching of 21st century skills**. Dordrecht: Springer, 2011.

GUIMARÃES, J. D. C.; SANTOS, I. F. dos. Educação empreendedora: a prática docente estimulando a mente do estudante. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 130-151, jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.12712/rpca.v14i2.41186>. Acesso em: 9 set. 2025.

GÜNTHER, L. Metodologias ativas de aprendizagem. **REMICI: Revista de metodologia e inovação científica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 112-125, dez. 2024.

HAIR, J. F. *et al.* **Multivariate data analysis**. 8. ed. Hampshire: Cengage, 2019.

HAKAMADA, R.; FERRAZ, S. F. de B.; SULBARAN-RANGEL, B. Trends in Brazil's forestry education – Part 2: mismatch between training and forest sector demands. **Forests**, v. 14, n. 9, p. 1-13, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f14091805>. Acesso em: 10 set. 2025.

HAO, W. Curriculum setting and significance of embedded education in application-oriented universities: a case study of Jiangsu University Jingjiang College. **American Journal of Management Science and Engineering**, New York, v. 8, n. 1, p. 1-19, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ajmse.20230801.12>. Acesso em: 12 set. 2025.

HARISHREE, C.; MEKALA, S. Need for 21st century skills education for teachers. **Roots International Journal of Multidisciplinary Researches**, Madurai, v. 7, n. 1, p. 45-52, dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Harishree-Charath-Chandran/publication/345733371_NEED_FOR_21_st_CENTURY_SKILLS_EDUCATION_FOR_TEACHERS/links/5fac110092851cf7dd0e5478/NEED-FOR-21-st-CENTURY-SKILLS-EDUCATION-FOR-TEACHERS.pdf. Acesso em: 8 set. 2025.

HASSAN, M.; SHURIYE, A.; ABDALLAH, A. H. Integrating entrepreneurship into engineering education: a framework for developing future engineers. **International Journal of u- and e- Service, Science and Technology**, New York, v. 10, n. 2, p. 45-52, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2017.10.2.05>. Acesso em: 12 set. 2025.

HIRUDAYARAJ, M. *et al.* Soft skills for entry-level engineers: what employers want. **Education Sciences**, Basileia, v. 11, n. 10, p. 1-34, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11100641>. Acesso em: 9 set. 2025.

HOLIK, J.; SANDA, G. The necessity of developing soft skills in STEM areas in higher education. **Athens Journal of Technology & Engineering**, Atenas, v. 10, n. 4, p. 345-366, dez. 2023. Disponível em: <https://www.athensjournals.gr/technology/2023-10-4-1-Holik.pdf>. Acesso em: 9 set. 2025.

HUERTA, H. *et al.* Research, development and innovation: an extracurricular club case study. **IEEE Access**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-8, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3169790>. Acesso em: 12 set. 2025.

HUI, Y. K.; KWOK, L. F.; IP, H. H. S. Employability: smart learning in extracurricular activities for developing college graduates' competencies. **Australasian Journal of Educational Technology**, Tugun, v. 37, n. 5, p. 171-188, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14742/ajet.6734>. Acesso em: 11 set. 2025.

IDRIS, M. O. *et al.* A Learning Model for Effective Teaching of Entrepreneurship Engineering Using Workshop Technology as a Case Study. **Journal of Engineering Education Transformations**, Sangli, v. 35, n. 2, p. 97-105, dez. 2021. Disponível em: <https://journaleet.in/index.php/jeet/article/view/174>. Acesso em: 12 set. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Cursos superiores**. Fortaleza: IFCE, 2025. Disponível em: <https://ifce.edu.br/menu-de-relevancia/nossos-cursos1/cursos-superiores>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Guia de Curricularização das Atividades de Extensão nos Cursos Técnicos, de Graduação e Pós-graduação**. Fortaleza: IFCE, 2023b. Disponível em: <https://ifce.edu.br/proext/GuiadacurricularizaodaextensoIFCE3edio.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Ifes regulamenta curricularização da Extensão e integra atividades à graduação**. Vitória: IFES, 2024. Disponível em: <https://proex.ifes.edu.br/noticias/16344-ifes-regulamenta-curricularizacao-da-extensao-e-integra-atividades-a-graduacao>. Acesso em: 15 set. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Manual de Normalização de Projetos Pedagógicos**. Fortaleza: IFCE, 2023c. Disponível em: <https://ifce.edu.br/instituto/documentos-institucionais/resolucoes/2023/anexo-resolucao-141.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Política de Extensão do IFCE**. Fortaleza: IFCE, 2023a. Disponível em: <https://ifce.edu.br/proext/PoliticaDeExtensodoIFCE.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Projeto Político Institucional do IFCE**. Fortaleza: IFCE, 2023d. Disponível em: <https://ifce.edu.br/proen/ppi-ifce.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Resolução CONSUP nº 63, de 6 de outubro de 2022.** Normatiza as atividades curriculares de extensão nos cursos do IFCE. Fortaleza: IFCE, 2022a. Disponível em: https://portal.ifce.edu.br/documents/3637/Resolu%C3%A7%C3%A3o_63_de_06_de_outubro_de_2022.pdf . Acesso em: 8 set. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Agrícola – Campus Iguatu.** Iguatu: IFCE, 2023. Disponível em: <https://ifce.edu.br/iguatu/estudante/ppc/ppc-graduacao-engenharia-agricola/view>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Campus Juazeiro do Norte.** Juazeiro do Norte: IFCE, 2022. Disponível em: https://ifce.edu.br/juazeirodonorte/campus_juazeiro/cursos/superiores/bacharelados/engenhariaambiental/pdf/ppc-engenharia-ambiental-e-sanitaria.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Campus Maracanaú.** Maracanaú: IFCE, 2021. Disponível em: <https://ifce.edu.br/maracanau/menu/cursos/superiores/bacharelados/engenhariaambiental/pdf/ppc-engenharia-ambiental-e-sanitaria-07-04-21-alteracao-do-estagio-remoto.pdf/view>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Campus Quixadá.** Quixadá: IFCE, 2023. Disponível em: https://ifce.edu.br/quixada/campus_quixada/cursos/engenharia-ambiental-e-sanitaria-1/pdf/ppc-eas-1.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil – Campus Fortaleza.** Fortaleza: IFCE, 2019. Disponível em: https://portal.ifce.edu.br/documents/4721/Fortaleza_Engenharia_Civil_Projeto_Pedag%C3%B3gico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil – Campus Juazeiro do Norte.** Juazeiro do Norte: IFCE, 2022. Disponível em: https://ifce.edu.br/juazeirodonorte/campus_juazeiro/cursos/superiores/bacharelados/engenhariaacivil/pdf/ppc-engenharia-civil.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil – Campus Morada Nova.** Morada Nova: IFCE, 2022. Disponível em: https://ifce.edu.br/moradanova/campus_morada/cursos/superiores/bacharelados/engenhariacivil/pdf/ppc-engenharia-civil-ifce-morada-nova.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil – Campus Quixadá.** Quixadá: IFCE, 2022. Disponível em: https://ifce.edu.br/quixada/campus_quixada/cursos/engenharia-civil/pdf/projeto-pedagogico_engenharia_civil___quixada.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia da Computação – Campus Fortaleza.** Fortaleza: IFCE, 2017. Disponível em:

https://portal.ifce.edu.br/documents/4730/Fortaleza_Engenharia_de_Computa%C3%A7%C3%A3o_Projeto_Pedag%C3%B3gico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Aquicultura – Campus Aracati**. Aracati: IFCE, 2022. Disponível em: <https://ifce.edu.br/aracati/menu/cursos-em-aracati/superiores/engenharia-aquicultura/pdfs/ppc-engenharia-de-aquicultura-atualizacao-2022-1-1.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Aquicultura – Campus Morada Nova**. Morada Nova: IFCE, 2019. Disponível em: https://ifce.edu.br/moradanova/campus_morada/cursos/superiores/bacharelados/engenhariadeaquicultura/menu-lateral/projeto-pedagogico. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Controle e Automação – Campus Maracanaú**. Maracanaú: IFCE, 2019. Disponível em: https://ifce.edu.br/maracanau/menu/cursos/superiores/bacharelados/controle_automacao/pdf/pc-eca-1.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Controle e Automação – Campus Sobral**. Sobral: IFCE, 2023. Disponível em: https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/superiores/Bacharelado/controleeautomacao/pdf/ppc_finalizado_engenharia_controle-automacao_26042022.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Mecatrônica – Campus Fortaleza**. Fortaleza: IFCE, 2021. Disponível em: https://portal.ifce.edu.br/documents/4738/Fortaleza_Engenharia_de_Mecatr%C3%B4nica_Projeto_Pedag%C3%B3gico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção – Campus Caucaia**. Caucaia: IFCE, 2021. Disponível em: https://ifce.edu.br/caucaia/menu/ensino/cursos/graduacoes/bacharelado/engenharia-de-producao-1/pdfs/ppc_engenharia_de_producao___versao_final-2.pdf/@@download/file/PPC_Engenharia_de_Producao___Versao_Final.pdf. Acesso em: 5 maio 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção Civil – Campus Quixadá**. Quixadá: IFCE, 2023. Disponível em: https://ifce.edu.br/quixada/campus_quixada/cursos/engenharia-de-producao-civil/pdf/projeto-pedagogico-epc-quixada.pdf/view. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Telecomunicações – Campus Fortaleza**. Fortaleza: IFCE, 2019. Disponível em: https://portal.ifce.edu.br/documents/4747/Fortaleza_Engenharia_de_Telecomunica%C3%A7%C3%B5es_Projeto_Pedag%C3%B3gico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica – Campus Cedro**. Cedro: IFCE, 2021. Disponível em:

https://ifce.edu.br/cedro/arquivos/PPC_Engenharia_Eletrica_Campus_Cedro_Final.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica – Campus Cedro**. Cedro: IFCE, 2021. Disponível em: https://ifce.edu.br/cedro/arquivos/PPCEngMec_IFCE_Cedro.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica – Campus Maracanaú**. Maracanaú: IFCE, 2019. Disponível em: https://ifce.edu.br/maracanau/menu/cursos/superiores/bacharelados/engenharia_mecanica/pdf/ppc-eme.pdf/. Acesso em: 4 jun. 2025.

ISMAIL, W. O. A. S. *et al.* Professional skills requirement of mechanical engineers. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Pequim, v. 697, n. 1, p. 1-12, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/697/1/012016>. Acesso em: 11 set. 2025.

JAIMES-ACERO, Y. C.; MORENO-CONTRERAS, G.; BOLIVAR-LEON, R. Soft skills requirements for the engineering sector: the case of the mechanical engineering industry. **Ingeniería**, Bogotá, v. 28, n. 3, p. 1-23, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14483/23448393.19289>. Acesso em: 12 set. 2025.

JALINUS, N. *et al.* Soft skills and hard skills needed in Industry 4.0 for electrical engineering students. **Journal of Applied Engineering and Technological Science**, Pekanbaru, v. 5, n. 1, p. 142-149, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37385/jaets.v5i1.2174>. Acesso em: 10 set. 2025.

JAMILA, E. H. Implementing a flipped classroom structure in engineering education to improve the soft skills. **Journal of Engineering Education Transformations**, Maharashtra, v. 33, n. 3, p. 75-83, jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i3/147042>. Acesso em: 16 set. 2025.

JEWpanya, P. *et al.* Transforming industrial engineering education: introducing the CWILE model for work-integrated learning in the digital age. **Journal of Technical Education and Training**, London, v. 15, n. 4, p. 1-10, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.30880/jtet.2023.15.04.012>. Acesso em: 11 set. 2025.

JOHAN, K. Perception of students towards lecturers teaching engineering courses with industry experience: a case study in Malaysia Technical University. **Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA)**, Pekan, v. 195, n. 1, p. 925-931, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.372>. Acesso em: 12 set. 2025.

JOHRI, A. Creating theoretical insights in engineering education. **Journal of Engineering Education**, Medford, v. 99, n. 1, p. 183-186, dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01055.x>. Acesso em: 29 nov. 2024.

KACZMARCZYK, V. *et al.* Analysis of requirements for teaching Industry 4.0 topics at universities. **IFAC-PapersOnLine**, Madrid, v. 58, n. 9, p. 293-298, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.412>. Acesso em: 11 set. 2025.

KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. **Psychometrika**, London, v. 39, n. 1, p. 31-36, dez. 1974. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02291575>. Acesso em: 16 set. 2025.

KÁLMÁN, A.; CITTERIO, L. Complexity as new normality: what is going on? **Informacios Tarsadalom**, Budapeste, v. 1, n. 2 p. 19-32, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22503/INFTARS.XX.2020.2.2>. Acesso em: 10 set. 2025.

KAYA-CAPOCCI, S.; MCCORMACK, O.; ERDURAN, S. Exploring the impact of positing entrepreneurship within science education. **Education + Training**, Leeds, v. 64, n. 3, p. 341-356, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ET-05-2021-0180>. Acesso em: 12 set. 2025.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2018.

KELLER-FRANCO, E. Propostas curriculares alternativas: perspectivas para a educação em engenharia. **Revista Estudos Aplicados**, São Caetano do Sul, v. 1, n. 2, p. 67-83, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.13037/rea-e.vol1n2.4362>. Acesso em: 20 ago. 2025.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Stockton Rd: EBSE Technical Report, 2007.

KONINGS, D.; LEGG, M. Delivering an effective balance of soft and technical skills within project-based engineering courses. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING, ASSESSMENT, AND LEARNING FOR ENGINEERING (TALE), 1., 2020, Takamatsu. **Anais [...]**. Takamatsu: IEEE, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368493>. Acesso em: 11 set. 2025.

KOWAL, B. *et al.* Analysis of employees' competencies in the context of Industry 4.0. **Energies**, Basileia, v. 15, n. 19, p. 1-20, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15197142>. Acesso em: 11 set. 2025.

KREHBIEL, T. C. *et al.* Agile Manifesto for Teaching and Learning. **Journal of Effective Teaching**, Paris, v. 17, n. 2, p. 90-111, dez. 2017. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1157450.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.

LACUESTA, R.; PALACIOS-NAVARRO, G. A new online tool to evaluate transferable skills in the European framework. **International Journal of Engineering Pedagogy**, Frankfurt, v. 14, n. 2, p. 145-158, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijep.v14i2.46657>. Acesso em: 11 set. 2025.

LIMA, A. C. *et al.* Otimizando o ensino e a cultura do empreendedorismo na EPT: a experiência do projeto Startup IFCE. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Jandaiaa, v. 18, n. 41, p. 1929-1940, dez. 2021. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021D/otimizando.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.

LIMA, A. de C.; JUCÁ, S. C. S.; SILVA, S. A. Integrando Scrum e educação maker para desenvolver competências profissionais e socioemocionais: uma sequência didática. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 639-662, dez. 2023. Disponível em:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1756>. Acesso em: 11 jun. 2025.

LIN, S.; TAN, Z.; GUO, W. A Bibliometric Analysis of Project-Based Learning Research in and Outside Mainland China. **International Journal of Engineering Education**, New York, v. 39, n. 1, p. 376-396, abr. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Shuang-Lin-4/publication/369758830_A_Bibliometric_Analysis_of_Project-Based_Learning_Research_in_and_Outside_Mainland_China/links/648676122cad460a1b0c48c4/A-Bibliometric-Analysis-of-Project-Based-Learning-Research-in-and-Outside-Mainland-China.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9. Acesso em: 28 maio 2025.

LIVENTSOVA, E.; RUMYANTSEVA, T.; SYRYAMKINA, E. A competence-based approach to training specialists in the digital society. **MATEC Web of Conferences**, Les Ulis, v. 155, n. 1, p. 1-6, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815501013>. Acesso em: 11 set. 2025.

LI, Z. S. *et al.* Software is the easy part of Software Engineering: lessons and experiences from a large-scale, multi-team capstone course. In: IEEE/ACM 45TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING: SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION AND TRAINING (ICSE-SEET), 45., 2023, Melbourne. **Anais [...]**. Melbourne: IEEE, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET58685.2023.00027>. Acesso em: 11 set. 2025.

LÓPEZ-ALCARRIA, A.; OLIVARES-VICENTE, A.; POZA-VILCHES, F. A systematic review of the use of agile methodologies in education to foster sustainability competencies. **Sustainability**, Basileia, v. 11, n. 10, p. 1-29, maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11102915>. Acesso em: 9 set. 2025.

LÓPEZ-BRAVO, C. *et al.* LIZGAIRO: improving learning experience through Scrum in telecommunications engineering curriculum. **Computer Applications in Engineering Education**, London, v. 32, n. 1, p. 1-6, dez. 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cae.22766>. Acesso em: 14 set. 2025.

LOURAKIS, E.; PETRIDIS, K. Applying Scrum in an online Physics II undergraduate course: effect on student progression and soft skills development. **Education Sciences**, Basileia, v. 13, n. 2, p. 1-26, jan. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/2/126>. Acesso em: 9 set. 2025.

LOURENÇO, C. de C.; CARDOSO JUNIOR, M. M. Inovação na educação em engenharia por meio do desenvolvimento de competências e habilidades referenciado nos modelos de educação 4.0 e 5.0. **Latin American Journal of Business Management**, Taubaté, v. 13, n. 1, p. 25-38, jan./jun. 2022. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/689>. Acesso em: 15 set. 2025.

LUCAS JÚNIOR, D. A prática da educação empreendedora por meio da disciplina “gestão de negócios digitais”: relato de experiência docente. **International Journal of Business and Marketing**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 4-14, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18568/ijbmkt.8.1.251>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MĂGDOIU, L. D.; RADA, I. C. The continuous entrepreneurial education and training of economist engineers through the design and accreditation of a master's program. **International Journal of Advanced and Applied Sciences**, London, v. 5, n. 7, p. 77-83, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2018.07.012>. Acesso em: 12 set. 2025.

MAGGESSI, K. M. F. *et al.* Inovação e interdisciplinaridade: um estudo de caso no desenvolvimento de competências no curso de engenharia civil. **Revista Conhecimento & Diversidade**, Niterói, v. 13, n. 30, p. 45-63, dez. 2021. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento_diversidade/article/view/8350/pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARCU, N. A. Designing functional ESP (English for specific purposes) courses. **Procedia Manufacturing**, New York, v. 46, n. 1, p. 308-312, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.045>. Acesso em: 11 set. 2025.

MARIN-ZAPATA, S. I. *et al.* Soft skills, do we know what we are talking about? **Review of Managerial Science**, New York, v. 16, n. 4, p. 969-1000, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11846-021-00474-9>. Acesso em: 8 set. 2025.

MARTIN, A.; ANSLOW, C.; JOHNSON, D. Teaching agile methods to software engineering professionals: 10 years, 1000 release plans. In: BAUMEISTER, H.; LICHTER, H.; RIEBISCH, M. (org.). **Agile processes in software engineering and extreme programming**. Cham: Springer, 2017. p. 151-166.

MASSARI, V. L. **Gerenciamento ágil de projetos**. 2 ed. São Paulo: Brasport, 2018.

MATHISON, Sandra. Why triangulate? **Educational Researcher**, London, v. 17, n. 2, p. 13-17, dez. 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0013189X017002013>. Acesso em: 10 set. 2025.

MEINHARDT, M.; CASAGRANDE, C. A. Curricularização da extensão: a interação dialógica entre universidade e sociedade e seus impactos na formação dos estudantes de graduação. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v. 15, n. 43, p. 414-433, dez. 2024. Disponível em: 10.61389/inter.v15i43.8783. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/8783>. Acesso em: 11 jun. 2025.

MEKALA, S.; HARISHREE, C.; GEETHA, R. Fostering 21st-century skills of engineering students. **Journal of Engineering Education Transformations**, Maharashtra, v. 34, n. 2, p. 75-88, out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v34i2/150740>. Acesso em: 10 set. 2025.

MELNIKOVA, E. V.; MELNIKOVA, A. A.; SERGEEV, M. Y. Transforming requirements for engineering occupations as affected by technological changes. **Journal of Physics**:

Conference Series, London, v. 1691, n. 1, p. 1-7, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012033>. Acesso em: 11 set. 2025.

MELO, S. L. de; BORGES, L. de O. A transição da universidade ao mercado de trabalho na ótica do jovem. **Psicologia: Ciência e Profissão**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 376-395, set. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-98932007000300002>. Acesso em: 8 set. 2025.

METHLEY, A. M. *et al.* PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. **BMC Health Services Research**, New York, v. 14, n. 1, p. 1-10, dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>. Acesso em: 10 set. 2025.

METS, T. *et al.* New Perspectives on Entrepreneurship Education: Introduction. **Administrative Sciences**, Basel, v. 13, n. 1, p. 13-20, jan. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/admsci13010013>. Acesso em: 8 set. 2025.

MIKHRIDINOVA, N. *et al.* Developing and improving competence profiles of project teams in engineering education. In: TOWARDS A NEW FUTURE IN ENGINEERING EDUCATION: NEW SCENARIOS THAT EUROPEAN ALLIANCES OF TECH UNIVERSITIES OPEN UP, 50., 2022, Barcelona. **Anais [...]**. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1374>. Acesso em: 14 set. 2025.

MINGALEVA, Z. A.; VUKOVIC, N. A. Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of Industry 4.0. **International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education**, Vranje, v. 8, n. 1, p. 93-101, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101>. Acesso em: 11 set. 2025.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. São Paulo: Papirus, 2015.

MOREIRA, A. F. B.; SILVA, T. T. da **Currículo, cultura e sociedade**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

NASCIMENTO, C. F. **Educação e Interdisciplinaridade na UFABC**: trajetórias curriculares flexíveis. São Bernardo do Campo: Universidade Federal do ABC, 2022.

NGUYEN, T. A. Competence-targeted education for BIM professionals: a case example of the Vietnamese construction industry. **Engineering Journal**, Bangcoc, v. 25, n. 7, p. 147-157, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4186/ej.2021.25.7.147>. Acesso em: 11 set. 2025.

NUGROHO, O. F. *et al.* The urgency of STEM education in Indonesia. **Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA**, Banten, v. 7, n. 2, p. 260-279, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i2.5979>. Acesso em: 11 set. 2025.

OGASHAWARA, O.; KATO, E. R. R.; FRANCISCO, C. A. Disciplinas integradoras do curso de engenharia elétrica da UFSCar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais [...]**. Belém: COBENGE, 2012. Disponível em:

<https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104205.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2025.

OLIVEIRA, L.; CARDOSO, E. L. A project-based learning approach to promote innovation and academic entrepreneurship in a master's degree in food engineering. **Journal of Food Science Education**, Chicago, v. 20, n. 4, p. 120-129, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12230>. Acesso em: 12 set. 2025.

OLIVEIRA, N. A. A. de; MATTAR, J. Folhetim Lorenianas: aprendizagem baseada em projetos, pesquisa e inovação responsáveis na educação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 341-363, dez. 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/36767/25784>. Acesso em: 08 set. 2025.

OLLER, E.; PEÑA, M.; OLMEDO-TORRE, N. Effectiveness of project-based learning in a reinforced concrete course of civil engineering. **Journal of Technology and Science Education**, Terrassa, v. 14, n. 2, p. 324-348, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3926/jotse.2067>. Acesso em: 12 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 9 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Engineering**: issues, challenges and opportunities for development. Paris: UNESCO, 2010. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189753>. Acesso em: 8 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Rethinking education**: towards a global common good? Paris: UNESCO, 2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555>. Acesso em: 26 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Skills for social progress**: the power of social and emotional skills. Paris: OECD Publishing, 2015. <https://doi.org/10.1787/9789264226159-en>. Acesso em: 9 set. 2025.

OSTERWALDER, A. *et al.* **Value Proposition Design**: Como construir propostas de valor inovadoras. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **The British Medical Journal**, Londres, v. 372, n. 71, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. Acesso em: 10 set. 2025.

PEIXÔTO, M. C. de S.; QUEIROZ, L. da S.; NASCIMENTO, G. F. do. Oficina pedagógica como ferramenta didática nas aulas de geografia. **Revista GeoInterações**, Assú, v. 6, n. 1, p. 99-110, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/4324>. Acesso em: 16 set. 2025.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIÑOL, T. C. *et al.* Study of the training needs of industrial companies in the Barcelona Area and proposal of training courses and methodologies to enhance further competitiveness. **Procedia Manufacturing**, New York, v. 13, n. 1, p. 1426-1431, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.159>. Acesso em: 11 set. 2024.

PINTO, C. M. A.; MENDONÇA, J.; NICOLA, S. DrIVE-MATH project: case study from the Polytechnic of Porto, PT. **Open Education Studies**, Weinheim, v. 4, n. 1, p. 1-20, jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/edu-2022-0001>. Acesso em: 14 set. 2025.

PINTO, R. *et al.* Enabling professionals for Industry 5.0: the Self-Made Programme. **Procedia Computer Science**, London, v. 232, n. 1, p. 2911-2920, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.107>. Acesso em: 11 set. 2025.

PISONI, G. Strategies for Pan-European implementation of blended learning for innovation and entrepreneurship (I&E) education. **Education Sciences**, Pequim, v. 9, n. 2, p. 1-13, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci9020124>. Acesso em: 12 set. 2025.

PÓCSOVÁ, J. *et al.* Implementation of agile methodologies in an engineering course. **Education Sciences**, Basileia, v. 10, n. 11, p. 1-13, nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci10110333>. Acesso em: 14 set. 2025.

QOSTAL, A. *et al.* Perceived employability of Moroccan engineering students: a PLS-SEM approach. **International Journal of Instruction**, Paris, v. 17, n. 2, p. 1-24, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/iji.2024.17215a>. Acesso em: 11 set. 2025.

RAMOS, M. N. **História e política da educação profissional**. Campinas: Autores Associados, 2014.

RAUT, J. M.; JOSHI, A. U. Social entrepreneurship in medical education: a case study. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, Ghaziabad, v. 12, n. 4, p. 651-658, dez. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jfmprc.jfmprc_838_23. Acesso em: 12 set. 2025.

RAYNA, T.; STRIUKOVA, L. Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 164, n. 1, p. 12-39, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120391>. Acesso em: 8 set. 2025.

RECKASE, M. D. Unidimensionality of tests and its implications for scaling, scoring, and item analysis. **Journal of Educational Statistics**, New York, v. 4, n. 3, p. 207-230, dez. 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/10769986004003207>. Acesso em: 16 set. 2025.

RINGVOLD, T. A.; DIGRANES, I. Future scenarios in general design education and 21st century competencies. DS 88: Proceedings of the 19th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE17), Building Community: Design Education for a Sustainable Future, Oslo, Norway, 7 & 8 September 2017. **E&PDE**, Glasgow, v. 11, n. 3, p. 98-103, dez. 2017. Disponível em: <https://www.designsociety.org/publication/40296/FUTURE+SCENARIOS+IN+GENERAL+DESIGN+EDUCATION+AND+21ST+CENTURY+COMPETENCIES> . Acesso em: 8 set. 2025.

RODRIGUES, R. de O.; RODRIGUES, E. B.; BARBOSA, R. T. de O. Academic experiences: adaptation of Civil Engineering students. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 29, n. 1, p. e1-23, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-57652024v29id282350>. Acesso em: 10 jun. 2025.

RODRÍGUEZ, G.; SORIA, Á.; CAMPO, M. Measuring the impact of agile coaching on students' performance. **IEEE Transactions on Education**, New York, v. 59, n. 1, p. 202-209, jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TE.2015.2506624>. Acesso em: 14 set. 2025.

RODRÍGUEZ, M. P. C. Desarrollo rural y autoempleo: el potencial emprendedor de estudiantes de “Ingenierías Verdes” de la Universidad de León. **Historia y Comunicación Social**, Madrid, v. 18, n. 1, p. 717-731, dez. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44361. Acesso em: 12 set. 2025.

ROSA, C. da S. R.; CARVALHO, A. G. F.; BARJA, P. R. Soft skills: desenvolvimento das competências do enfermeiro na atualidade. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 28, n. 57, p. 1-9, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v28i57.2592>. Acesso em: 10 set. 2025.

SABBAGH, R. **Scrum e métodos ágeis**: um guia prático. São Paulo: Ciência Moderna, 2013.

SAIDI, S. B. *et al.* Final year students' perception on generic skills upon graduating. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, Glendale, v. 8, n. 6, p. 881-887, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.35940/ijeat.E1125.0585C19>. Acesso em: 12 set. 2025.

SAMUEL, G.; DONOVAN, C.; LEE, J. University-industry teaching collaborations: a case study of the MSc in Structural Integrity co-produced by Brunel University London and The Welding Institute. **Studies in Higher Education**, New York, v. 43, n. 4, p. 652-664, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03075079.2016.1199542>. Acesso em: 11 set. 2025.

SANG, N. M.; VAN TOAN, N.; VAN DIEN, T. CDIO approach in developing effective learning skills of engineering and technology-profile students. **Perspektivy Nauki i Obrazovania**, Novaya Usman, v. 1, n. 6, p. 56-65, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.32744/pse.2023.6.7>. Acesso em: 11 set. 2025.

SANTANA, A.; LOPES R. Desenvolvimento de competências em projetos de alta complexidade – abordando desafios do mundo real na educação em engenharia. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Educação em**

Engenharia: competências para formação do engenheiro. Rio de Janeiro: ABENGE, 2020. p. 333-349.

SANTOS, B. S. **O fim do império cognitivo:** a afirmação das epistemologias do Sul. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

SANTOS, L. D. P. C. dos; ALVES, M. A.; ZANELLA, D. C. “No meio do ano letivo tinha uma palestra”: a resistência docente vista à luz da “educação pela pedra”. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1-12, dez. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782025300007>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SARASVATHY, S. D. Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. **Academy of Management Review**, New York, v. 26, n. 2, p. 243-263, dez. 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/259121>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SARI, U. *et al.* Effects of STEM-focused Arduino practical activities on problem-solving and entrepreneurship skills. **Australasian Journal of Educational Technology**, Tugun, v. 38, n. 3, p. 140-154, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14742/ajet.7293>. Acesso em: 12 set. 2025.

SATPATHY, S.; DASH, K. K.; MOHAPATRA, M. A study on the new design thinking for Industrial Revolution 4.0, requirements and graduate readiness. **Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities**, Lynnfield, v. 12, n. 4, p. 1-11, jul./set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21659/rupkatha.v12n4.09>. Acesso em: 11 set. 2025.

SAVIANI, D. **Educação:** do senso comum à consciência filosófica. 22. ed. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. **Sobre a concepção de politecnia.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1989.

SCHLEUTKER, K. *et al.* Soft skills and European labour market: interviews with Finnish and Italian managers. **Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies**, Via Milazzo, v. 1, n. 19, p. 119-135, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7358/ecps-2019-019-schl>. Acesso em: 11 set. 2025.

SCOTT, E. *et al.* Towards better Scrum learning using learning styles. **Journal of Systems and Software**, London, v. 111, n. 1, p. 242–253, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.10.022>. Acesso em: 14 set. 2025.

SECULES, S. *et al.* Zooming out from the struggling individual student: an account of the cultural construction of engineering ability in an undergraduate programming class. **Journal of Engineering Education**, Medford, v. 107, n. 1, p. 56-86, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jee.20191>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SECUNDO, G. *et al.* The impact of career insight in the relation with social networks and career self-management: preliminary evidences from the Italian Contamination Lab. **Sustainability**, Basileia, v. 11, n. 21, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11215996>. Acesso em: 12 set. 2025.

SEMENOVA, V. V.; ZELENYUK, A. N.; SAVINOV, Y. A. Human capital development: development of professional competencies through soft skills. **Revista Tempos e Espaços Educação**, São Cristóvão, v. 14, n. 33, p. 1-9, fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.15253>. Acesso em: 11 set. 2025.

SERRANO, D. R. *et al.* Women as Industry 4.0 entrepreneurs: unlocking the potential of entrepreneurship in higher education in STEM-related fields. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, New York, v. 12, n. 1, p. 1-10, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00346-4>. Acesso em: 12 set. 2025.

SHAHZADI, S.; IQBAL, M.; DAGIUKLAS, T. Edu-Cloud: On-the-fly employability skills as a service. **Computer Applications in Engineering Education**, New York, v. 26, n. 2, p. 314-325, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cae.21886>. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVA, A. C. Educação e empatia: a importância da relação professor-aluno. **Revista Científica O Saber**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-12, dez. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.51473/rcmos.v1i1.2025.1011>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SILVA, C. M. B. da. Experiências de inovação na educação em engenharia: contexto histórico e o atual. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 10., 2024, Fortaleza. **Anais [...]**. Realize: Fortaleza, 2024. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV200_MD1_ID1759_TB1967_27062024083857.pdf. Acesso em: 11 jun. 2025.

SILVA, L. A. S. da; MELLO, G. J. A concepção de politécnica: uma visão sobre o ensino profissional e tecnológico no Brasil. **Revista de Ciência Política, Direito e Políticas Públicas – POLITI(k)CON**, Tangará da Serra, v. 3, n. 3, p. 70-79, dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/politikcon/article/view/10586>. Acesso em: 9 set. 2025.

SILVA, L. B. da; ABREU, H. R. de. A formação continuada de professores na perspectiva da BNCC: saberes (re)elaborados nos cursos de extensão do IFCE – Campus Jaguaribe. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 10., 2024, Fortaleza. **Anais [...]**. Realize: Fortaleza, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV200_MD1_ID4086_TB773_10102024214905.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

SILVA, Z. C. G. da; SENA, P. M. B.; ARAÚJO, R. F. de. Panorama de pesquisas sobre ecossistemas de inovação: das infraestruturas tecnológicas à inovação aberta. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 142-154, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v53i.6767>. Acesso em: 9 set. 2025.

SOMERVILLE, M. *et al.* **Olin College of Engineering**: Transforming Engineering Education. Londres: Olin College, 2018.

SÖRENSEN, A. *et al.* Bringing the entrepreneurial mindset into mining engineering education. **Mining, Metallurgy & Exploration**, London, v. 39, n. 1, p. 1333-1344, dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42461-022-00620-1>. Acesso em: 12 set. 2025.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. **The American Journal of Psychology**, Boston, v. 15, n. 1, p. 72-101, dez. 1904. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1412159>. Acesso em: 16 set. 2025.

STALIDIS, G.; KYRIAZIDOU, S. Job role description and skill matching in a rapidly changing labor market using knowledge engineering. In: KAVOURA, A.; BORGES-TIAGO, T.; TIAGO, F. (org.). **Strategic innovative marketing and tourism: ICSIMAT 2023**. Cham: Springer, 2024. p. 183-195.

STEWART, J. C. *et al.* Evaluating agile principles in active and cooperative learning. **CSIS**, New York, v. 1, n. 1, p. 31-38, dez. 2009. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=5945fa60b30edde0b54fd71b52e340edfab4f3>. Acesso em: 26 maio 2025.

STRAY, V. *et al.* How agile teams make Objectives and Key Results (OKRs) work. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SOFTWARE E PROCESSOS DE SISTEMAS E CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENGENHARIA GLOBAL DE SOFTWARE, 22., 2022, New York. **Anais [...]**. New York: Association for Computing Machinery, 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3529320.3529332>. Acesso em: 8 set. 2025.

SUTHERLAND, J.; SUTHERLAND, J. J. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Rio de Janeiro: Leya, 2019.

TÄKS, M. *et al.* Engineering students' experiences in studying entrepreneurship. **Journal of Engineering Education**, Medford, v. 103, n. 4, p. 573-598, out. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jee.20056>. Acesso em: 12 set. 2025.

TEPLICKÁ, K.; KÁDÁROVÁ, J.; HURNÁ, S. The new model of the engineering education using digitalization and innovative methods. **Management Systems in Production Engineering**, Boston, v. 30, n. 3, p. 207-213, jun. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0026>. Acesso em: 11 set. 2025.

THARAKAN, J. Disrupting engineering education: beyond peace engineering to educating engineers for justice. **Procedia Computer Science**, Madrid, v. 172, n. 1, p. 765-769, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.109>. Acesso em: 12 set. 2025.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TONINI, A. M. **Ensino de engenharia: atividades acadêmicas complementares na formação do engenheiro**. 2007. 230 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IOMS-7DPSA7/1/tese_final_doutorado_2007_adriana_maria_tonini.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

TORRES, F. *et al.* New tools to motivate STEM students towards early-career self-management. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION, 50., 2022, Barcelona. **Anais [...]**. Barcelona: SEFI, 2022a. Disponível em: <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1331>. Acesso em: 11 set. 2025.

TORRES, F. *et al.* Tackling perception and deception in STEM: a critical thinking skill for early-career development. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION*, 50., 2022, Barcelona. **Anais [...]**. Barcelona: SEFI, 2022b. Disponível em: <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1334>. Acesso em: 11 set. 2025.

TREVELYAN, J. Transitioning to engineering practice. **European Journal of Engineering Education**, New York, v. 44, n. 6, p. 821-837, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1681631>. Acesso em: 11 set. 2025.

TRILLING, B.; FADEL, C. **21st century skills: learning for life in our times**. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.

TU DELFT. **Inter-and transdisciplinary education**. Julianalaan: DELFT, 2025. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/research/research-at-bk-bouwkunde/education-innovation/themes/inter-and-transdisciplinary-education>. Acesso em: 9 set. 2025.

TUNNICLIFFE, M.; BROWN, N.; SHEKAR, A. Rapid learning cycles for project-based learning. *In: ENGINEERING EDUCATION RESEARCH CAPABILITY DEVELOPMENT*, 1., 2022, Washington. **Anais [...]**. Washington: REEN, 2022. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.355194663531384>. Acesso em: 14 set. 2025.

VALENÇA, R. S. Metodologias ativas no ensino de engenharia: uma revisão. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 1-19, dez. 2023.

VALENTI, W. C.; BUENO, G. W. Inovação e empreendedorismo nas universidades do século XXI. *In: VALENTINI, S. R.; NOBRE, S. R. (org.). Universidade em Transformação*. São Paulo: UNESP, 2020. p. 283-304.

VAN HORNE, C.; RAKEDZON, T. Teamwork Made in China: Soft Skill Development with a Side of Friendship in the STEM Classroom. **Education Sciences**, Basileia, v. 14, n. 3, p. 1-15, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci14030248>. Acesso em: 11 set. 2025.

VAN LAAR, E. *et al.* Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: a systematic literature review. **SAGE Open**, London, v. 10, n. 1, p. 1-14, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>. Acesso em: 9 set. 2025.

VOGELZANG, J.; ADMIRAAL, W.; VAN DRIEL, J. A teacher perspective on Scrum methodology in secondary chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, New York, v. 1, n. 1, p. 1-10, jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/c9rp00111e>. Acesso em: 29 set. 2025.

VOGELZANG, J.; ADMIRAAL, W.; VAN DRIEL, J. Scrum methodology as an effective scaffold to promote students' learning and motivation in context-based secondary chemistry education. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, East Sussex, v. 15, n. 12, p. 1-12, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/109941>. Acesso em: 14 set. 2025.

VOOGT, J. *et al.* **21st-century skills**: Discussion paper. Enschede: University of Twente, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VU, T. L. A.; LE, T. Q. Development orientation for higher education training programme of mechanical engineering in Industrial Revolution 4.0: a perspective in Vietnam. **Journal of Mechanical Engineering Research and Developments**, Trichy, v. 42, n. 1, p. 71-73, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.26480/jmerd.01.2019.71.73>. Acesso em: 28 dez. 2024.

WEI, L. *et al.* Exploration of open innovation and entrepreneurship education practice teaching system in local university software engineering major. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES E CIÊNCIAS SOCIAIS, 179., 2023, Chengdu. **Anais [...]**. Chengdu: SHS Web Conference, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202317904027>. Acesso em: 12 set. 2025.

WIJESINGHE, D. P. S.; JAYAWARDANE, V. P. T. Employability Skills Required by Entry-Level Engineers in Sri Lanka. **Engineer – Journal of the Institution of Engineers Sri Lanka**, Wijerama Mawatha, v. 56, n. 1, p. 113-122, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4038/engineer.v56i1.7565>. Acesso em: 28 dez. 2024.

WRÓBLEWSKA, D.; OKRASZEWSKA, R. Project-based learning as a method for interdisciplinary adaptation to climate change – Reda Valley case study. **Sustainability**, Basileia, v. 12, n. 11, p. 1-15, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12114360>. Acesso em: 11 set. 2025.

WU, Y. C. J. Innovation and entrepreneurship education in Asia: a roadmap for sustainable development. **Management Decision**, Boston, v. 55, n. 1, p. 87-105, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0517>. Acesso em: 12 set. 2025.

XAVIER, A. R. C.; AZEVEDO, M. A. R. de; CARRASCO, L. B. Z. Inovação curricular e inovação pedagógica: mudanças paradigmáticas na formação do professor universitário. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 76-93, set./dez. 2019. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/download/789/659>. Acesso em: 5 jun. 2025.

XU, L. *et al.* Assessing the impact of digital education and the role of the big data analytics course to enhance the skills and employability of engineering students. **Frontiers in Psychology**, Lausanne, v. 13, n. 1, p. 1-20, out. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.974574>. Acesso em: 11 set. 2025.

YE, J. Entrepreneurial capacity, teaching delivery mode, and entrepreneurial learning: basis for entrepreneurship program development framework. **International Journal of Research Studies in Management**, Manila, v. 11, n. 9, p. 115-130, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5861/ijrsm.2023.1122>. Acesso em: 12 set. 2025.

YESSICA, G.; ISABEL, M.; DESIRETH, R. L. Relación entre la intención de la elección de la carrera de ingeniería civil y la iniciativa emprendedora de los estudiantes de una institución

de educación superior tecnológica en Hidalgo, México. **European Scientific Journal**, Madrid, v. 13, n. 34, p. 101-116, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n34p101>. Acesso em: 12 set. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PROFESSORES)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INTEGRANDO ENSINO ÁGIL E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ENGENHARIAS ALIADA COM AS COMPETÊNCIAS REQUERIDAS PARA O SÉCULO XXI

ANDERSON DE CASTRO LIMA

PROFESSORES

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A pesquisa na área de Ensino é por natureza interdisciplinar e objetiva o desenvolvimento de propostas tanto no ensino formal quanto informal. Dentro desse contexto, a discussão se inicia com as diretrizes impostas pelo Ministério da educação por intermédio do Conselho Nacional de Educação pois as instituições de ensino superior devem respeitar e seguir essas normatizações, isso posto, segundo a resolução CNE/CP Nº 1, de 5 de janeiro de 2021 que define as diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação profissional e tecnológico incluindo também as graduações e pós-graduações conforme alínea III do artigo 4º, cabe a estas instituições prover ao estudantes a capacidade de continuar aprendendo e de acompanhar as mudanças nas condições de trabalho, bem como propiciar o prosseguimento de estudos, além de incentivar o desenvolvimento da capacidade empreendedora e da compreensão do processo tecnológico, em suas causas e efeitos.

No que se refere as engenharias, a resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002, que apesar de ser antiga continua vigente e atual, indica o seguinte perfil dos egressos:

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

Na mesma linha, porém mais específico para engenharia da computação e engenharia de software, a resolução Nº5 de novembro de 2016 espera que seus egressos tenham as seguintes competências:

- Visão crítica e criativa na identificação e resolução de problemas contribuindo para o desenvolvimento de sua área;
- Capacidade de atuar de forma empreendedora, abrangente e cooperativa no atendimento às demandas sociais da região onde atua, do Brasil e do mundo;
- Sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação;
- Reconheçam o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreendam as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes;
- Sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação;
- Reconheçam o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreendam as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes.

Recentemente, a resolução emitida no âmbito do IFCE, obriga que todos os cursos de graduação insiram atividades de extensão em seus percursos, a chamada “curricularização da extensão” que se encontra vigente desde o dia 06 de outubro de 2022, esse documento mostra o alinhamento da instituição com as resoluções apresentadas anteriormente.

Conforme exposto nessa justificativa, as competências interpessoais deveriam ser trabalhadas em toda a jornada acadêmica do estudante, reforçando o objetivo deste trabalho que será exposto a seguir.

O objetivo geral desse trabalho é integrar os métodos ágeis, como o Scrum aplicados no ensino (Ensino ágil), com a educação empreendedora, apresentando uma proposta de articulação curricular aos professores para fomentar a atualização constante no ensino das engenharias assim possibilitando o desenvolvimento das competências necessárias para o século XXI.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a responder um questionário de validação elaborado a fim de medir sua percepção sobre a aquisição durante sua jornada acadêmica das competências necessárias para o século XXI como comunicação, colaboração e liderança. O mencionado questionário será aplicado de forma presencial aos professores que se voluntariarem a participar da pesquisa, com perguntas sobre a formação acadêmica para coletar informações sobre como essas competências foram trabalhadas e se elas são utilizadas em sala de aula. Também serão convidados a participar da oficina “Lego para Scrum” com carga horária de 8 horas, onde será apresentado uma metodologia que poderá ser utilizada em sala de aula a fim de inserir de forma paralela aos conhecimentos inerentes a disciplina ministrada as competências para o século XXI chamadas de competências socioemocionais como colaboração e comunicação. O questionário será aplicado antes do início da oficina e não levará mais do que 20 minutos por ser formado por perguntas objetivas.

A partir dessa oficina, será desenvolvido uma discussão sobre a importância da coleta de dados qualitativos com a escolha de entrevistas semiestruturadas e grupos focais, para aprofundar a compreensão dos resultados da pesquisa.

Após a aplicação do questionário antes do início da oficina, o próximo passo consiste em explorar mais profundamente as percepções e experiências dos professores participantes. Para isso, optou-se por realizar entrevistas semiestruturadas, permitindo uma abordagem mais flexível e aprofundada na exploração das ideias e opiniões dos participantes. A escolha entre entrevistas presenciais ou a distância visa garantir a conveniência e acessibilidade dos

participantes, ao mesmo tempo em que oferece a oportunidade de alcançar um grupo mais amplo de professores, independentemente de sua localização geográfica, desse modo, o professor terá prerrogativa para escolher qual modalidade ele prefere e as entrevistas terão uma duração de 30 minutos no máximo. Para as entrevistas remotas será utilizado a ferramenta google Meet em conjunto com o software OBS Studio para efetuar a gravação da entrevista.

Posteriormente, ao final do semestre, será conduzido um grupo focal com os mesmos membros, com o objetivo de proporcionar uma visão mais holística e coletiva do impacto da iniciativa no grupo de professores. O grupo focal permitirá uma discussão mais aprofundada sobre os temas abordados na pesquisa, além de possibilitar a identificação de padrões e insights adicionais que podem não ter sido evidentes nas entrevistas individuais.

É importante destacar que tanto as entrevistas semiestruturadas quanto o grupo focal serão gravados para garantir a precisão na análise dos dados. A gravação das sessões proporcionará a oportunidade de revisitar as informações coletadas, facilitando a identificação de tendências, padrões e nuances nas respostas dos participantes. Essa abordagem metodológica abrangente contribuirá significativamente para uma compreensão mais completa e aprofundada dos efeitos da iniciativa nos professores participantes, fornecendo insights valiosos para o desenvolvimento futuro do projeto.

Desconfortos e riscos:

Podem existir riscos mínimos, a saber: constrangimento, particularmente se considerada a possibilidade de algum participante não se sentir à vontade em responder alguma pergunta do questionário. Caso ocorra qualquer forma de constrangimento ou desconforto, os participantes poderão não responder o questionário na sua integralidade ou desistir de participar em qualquer momento da pesquisa inclusive se for no momento da entrevista sendo ela presencial ou remota. Os riscos associados às entrevistas online incluem preocupações com privacidade, segurança e confidencialidade dos participantes. Falhas na segurança da plataforma, exposição a hackers e dificuldades na verificação da identidade dos entrevistados podem comprometer a integridade dos dados coletados e a garantia do consentimento informado. Portanto, será usado uma ferramenta externa o google meet para uma vídeo chamada e a sua gravação será feita exclusivamente no computador do pesquisador, desse modo minimizando a possibilidade da gravação ser disponibilizada para pessoas que não estejam participando da pesquisa. É importante ressaltar, no entanto, que os benefícios do estudo são maiores que os possíveis riscos; por isso vale a pena ser realizado.

Benefícios:

Com a integração de métodos ágeis, como o Scrum, ao ensino das engenharias, juntamente com a educação empreendedora, pode fornecer uma base sólida para a implementação de uma abordagem mais dinâmica e atualizada no currículo, tendo como hipótese uma possível lacuna nesse aspecto. A ausência de uma abordagem ágil e empreendedora no ensino das engenharias pode limitar a capacidade dos alunos de desenvolverem habilidades essenciais para o século XXI e se adaptarem às demandas em constante evolução do mercado de trabalho. Portanto, a pesquisa visa preencher essa lacuna, fornecendo uma estrutura curricular inovadora que capacita os alunos a adquirirem competências relevantes e a se tornarem profissionais mais preparados e inovadores em suas respectivas áreas.

Acompanhamento e assistência:

Para garantir o bem-estar e a segurança dos participantes, os professores que participarem do questionário serão cuidadosamente informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa. Antes de concordarem em participar, receberão uma explicação clara sobre os detalhes do estudo, incluindo a natureza das perguntas e o uso previsto dos dados coletados. O consentimento informado será obtido de cada participante, assegurando que sua participação seja voluntária e baseada em uma compreensão completa do processo.

Durante o período de coleta de dados, será implementado um sistema de acompanhamento regular para garantir que os participantes estejam confortáveis e sem quaisquer problemas relacionados à sua participação na pesquisa. Isso pode envolver o fornecimento de canais de comunicação abertos para que os participantes possam relatar quaisquer preocupações ou necessidades que possam surgir durante o processo. Além disso, será designado um ponto de contato específico para lidar com qualquer dúvida ou questão que os participantes possam ter, oferecendo suporte e orientação conforme necessário.

Caso algum participante manifeste desconforto, preocupações ou precise de apoio adicional durante ou após a participação na pesquisa, serão disponibilizados recursos de assistência apropriados. Isso pode incluir acesso a serviços de aconselhamento psicológico, orientação acadêmica ou encaminhamento para profissionais qualificados. A confidencialidade das informações dos participantes será estritamente mantida em todos os momentos, garantindo que sua privacidade seja respeitada e protegida.

Em casos de emergência ou situações imprevistas que possam afetar o bem-estar dos participantes, serão implementados procedimentos de resposta rápida e eficaz. A equipe de pesquisa estará preparada para lidar com qualquer evento adverso de maneira ética e responsável, priorizando sempre o interesse e a segurança dos participantes. Todas as medidas serão tomadas para garantir que a experiência dos participantes na pesquisa seja positiva e que eles se sintam apoiados e respeitados ao longo de todo o processo.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Anderson de Castro Lima, RENOEN, Treze de maio, 2081 - Benfica. Fortaleza - CE. CEP: 60040-215, (85) 3307.4020, anderson@ifce.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante: _____

Contato telefônico (opcional): _____

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): _____

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ALUNOS)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INTEGRANDO ENSINO ÁGIL E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ENGENHARIAS ALIADA COM AS COMPETÊNCIAS REQUERIDAS PARA O SÉCULO XXI

ANDERSON DE CASTRO LIMA

ALUNOS

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A pesquisa na área de Ensino é por natureza interdisciplinar e objetiva o desenvolvimento de propostas tanto no ensino formal quanto informal (Brasil, 2019). Dentro desse contexto, a discussão se inicia com as diretrizes impostas pelo Ministério da educação por intermédio do Conselho Nacional de Educação pois as instituições de ensino superior devem respeitar e seguir essas normatizações, isso posto, segundo a resolução CNE/CP Nº 1, de 5 de janeiro de 2021 que define as diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação profissional e tecnológico incluindo também as graduações e pós-graduações conforme alínea III do artigo 4º, cabe a estas instituições prover ao estudantes a capacidade de continuar aprendendo e de acompanhar as mudanças nas condições de trabalho, bem como propiciar o prosseguimento de estudos, além de incentivar o desenvolvimento da capacidade empreendedora e da compreensão do processo tecnológico, em suas causas e efeitos (CNE, 2021).

No que se refere as engenharias, a resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002, que apesar de ser antiga continua vigente e atual, indica o seguinte perfil dos egressos:

[...] O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (CES11,2002, Art. 3º).

Na mesma linha, porém mais específico para engenharia da computação e engenharia de software, a resolução Nº5 de novembro de 2016 espera que seus egressos tenham as seguintes competências (CES5, 2016):

- Visão crítica e criativa na identificação e resolução de problemas contribuindo para o desenvolvimento de sua área;
- Capacidade de atuar de forma empreendedora, abrangente e cooperativa no atendimento às demandas sociais da região onde atua, do Brasil e do mundo;
- Sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação;
- Reconheçam o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreendam as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes;
- Sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação;
- Reconheçam o caráter fundamental da inovação e da criatividade e compreendam as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes.

Recentemente, a resolução Res63 (2022) emitida no âmbito do IFCE, obriga que todos os cursos de graduação insiram atividades de extensão em seus percursos, a chamada “curricularização da extensão” que se encontra vigente desde o dia 06 de outubro de 2022, esse documento mostra o alinhamento da instituição com as resoluções apresentadas anteriormente.

Conforme exposto nessa justificativa, as competências interpessoais deveriam ser trabalhadas em toda a jornada acadêmica do estudante, reforçando o objetivo deste trabalho que será exposto a seguir.

O objetivo geral desse trabalho é integrar os métodos ágeis, como o Scrum aplicados no ensino (Ensino ágil), com a educação empreendedora, apresentando uma proposta de articulação curricular aos professores para fomentar a atualização constante no ensino das engenharias assim possibilitando o desenvolvimento das competências necessárias para o século XXI.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a responder um questionário de validação elaborado a fim de medir sua percepção sobre a aquisição durante sua jornada acadêmica das competências necessárias para o século XXI como comunicação, colaboração e liderança. O mencionado questionário será aplicado de forma presencial aos estudantes que se voluntariarem a participar da pesquisa, com perguntas sobre a formação acadêmica para coletar informações sobre como essas competências foram trabalhadas ou não e a importância dessas competências após a conclusão da graduação.

O questionário será aplicado em sala de aula após a concordância e devida autorização do professor responsável e não levará mais do que 20 minutos por ser formado por perguntas objetivas. Ele será aplicado em turmas dos últimos semestres dos cursos de engenharia, desse modo, apenas estudantes maiores de 18 anos deverão participar.

Desconfortos e riscos:

Podem existir riscos mínimos, a saber: constrangimento, particularmente se considerada a possibilidade de algum participante não se sentir à vontade em responder alguma pergunta do questionário. Caso ocorra qualquer forma de constrangimento ou desconforto, os participantes poderão não responder o questionário na sua integralidade ou desistir de participar em qualquer momento da pesquisa. É importante ressaltar, no entanto, que os benefícios do estudo são maiores que os possíveis riscos; por isso vale a pena ser realizado.

Benefícios:

Com a integração de métodos ágeis, como o Scrum, ao ensino das engenharias, juntamente com a educação empreendedora, pode fornecer uma base sólida para a implementação de uma abordagem mais dinâmica e atualizada no currículo, tendo como hipótese uma possível lacuna nesse aspecto. A ausência de uma abordagem ágil e empreendedora no ensino das engenharias pode limitar a capacidade dos alunos de desenvolverem habilidades essenciais para o século XXI e se adaptarem às demandas em constante evolução do mercado de trabalho. Portanto, a pesquisa visa preencher essa lacuna, fornecendo uma estrutura curricular inovadora que capacita os alunos a adquirirem competências relevantes e a se tornarem profissionais mais preparados e inovadores em suas respectivas áreas.

Acompanhamento e assistência:

Para garantir o bem-estar e a segurança dos participantes, os alunos de engenharia maiores de 18 anos que participarem do questionário serão cuidadosamente informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa. Antes de concordarem em participar, receberão uma explicação clara sobre os detalhes do estudo, incluindo a natureza das perguntas e o uso previsto dos dados coletados. O consentimento informado será obtido de cada participante, assegurando que sua participação seja voluntária e baseada em uma compreensão completa do processo.

Durante o período de coleta de dados, será implementado um sistema de acompanhamento regular para garantir que os participantes estejam confortáveis e sem quaisquer problemas relacionados à sua participação na pesquisa. Isso pode envolver o fornecimento de canais de comunicação abertos para que os participantes possam relatar quaisquer preocupações ou necessidades que possam surgir durante o processo. Além disso, será designado um ponto de contato específico para lidar com qualquer dúvida ou questão que os participantes possam ter, oferecendo suporte e orientação conforme necessário.

Caso algum participante manifeste desconforto, preocupações ou precise de apoio adicional durante ou após a participação na pesquisa, serão disponibilizados recursos de assistência apropriados. Isso pode incluir acesso a serviços de aconselhamento psicológico, orientação acadêmica ou encaminhamento para profissionais qualificados. A confidencialidade das informações dos participantes será estritamente mantida em todos os momentos, garantindo que sua privacidade seja respeitada e protegida.

Em casos de emergência ou situações imprevistas que possam afetar o bem-estar dos participantes, serão implementados procedimentos de resposta rápida e eficaz. A equipe de pesquisa estará preparada para lidar com qualquer evento adverso de maneira ética e responsável, priorizando sempre o interesse e a segurança dos participantes. Todas as medidas serão tomadas para garantir que a experiência dos participantes na pesquisa seja positiva e que eles se sintam apoiados e respeitados ao longo de todo o processo.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e Indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Anderson de Castro Lima, RENOEN, Treze de maio, 2081 - Benfica. Fortaleza - CE. CEP: 60040-215, (85) 3307.4020, anderson@ifce.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs as 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Introdução

Olá, [Nome do Professor], agradeço imensamente por dedicar seu tempo para participar desta entrevista. Meu nome é Anderson de Castro Lima, sou doutorando em Ensino de Engenharias do RENOEN polo IFCE e estou conduzindo esta entrevista como parte de um estudo sobre a integração de métodos ágeis, como o Scrum, no ensino das engenharias. O objetivo é entender melhor como os professores percebem e utilizam essas ferramentas em suas aulas para promover a atualização constante e o desenvolvimento de competências necessárias para o século XXI. Suas respostas serão fundamentais para nossa pesquisa. Vamos começar?

1. Experiência e Contexto:

- 1.1. Qual é sua formação acadêmica e há quanto tempo leciona na área de engenharia?
- 1.2. Você já teve alguma experiência prévia com métodos ágeis, como o Scrum, seja em ambiente acadêmico ou profissional?

2. Percepção sobre Ensino Ágil:

- 2.1. Como você define o conceito de “ensino ágil”?
- 2.2. Na sua opinião, quais são as principais vantagens de integrar métodos ágeis, como o Scrum, no ensino das engenharias?
- 2.3. Você acredita que o ensino ágil pode contribuir para o desenvolvimento de competências específicas nos alunos? Se sim, quais?

3. Implementação do Scrum na Sala de Aula:

- 3.1. Você já utilizou o Scrum ou alguma adaptação dele em suas aulas? Se sim, poderia descrever brevemente como foi essa experiência?
- 3.2. Quais foram os principais desafios que você enfrentou ao implementar o Scrum na sala de aula?
- 3.3. Como você avalia o engajamento e a receptividade dos alunos em relação ao uso do Scrum como metodologia de ensino?

4. Proposta de Articulação Curricular:

- 4.1. Você acredita que seria viável e benéfico integrar o ensino ágil, como o Scrum, de forma mais estruturada no currículo das disciplinas de engenharia?
- 4.2. Quais seriam, na sua visão, os principais benefícios em incluir a disciplina de Empreendedorismo no início da graduação, uma disciplina de gestão de projetos ágeis na metade e uma que possa resolver problemas da comunidade externa no final?
- 4.3. Quais seriam, na sua visão, os principais benefícios e desafios de uma integração curricular mais ampla dessas metodologias?

5. Oficina de Scrum com LEGO:

- 5.1. Caso tenha participado de alguma oficina de Scrum com LEGO, como você descreveria essa experiência?

5.2. Você acredita que atividades práticas, como a oficina de Scrum com LEGO, podem auxiliar os alunos na compreensão e aplicação dos conceitos ágeis?

5.3. Quais foram os principais insights ou aprendizados que você teve ao participar de uma atividade como essa?

Conclusão:

Antes de finalizarmos, há algo mais que você gostaria de acrescentar sobre o uso do Scrum e outras metodologias ágeis no ensino das engenharias?

Agradeço novamente por sua participação e contribuição para esta pesquisa. Suas opiniões são de extrema importância.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO (ALUNOS)

PARTE 1 – Identificação

1. Idade: _____ () Prefiro não responder
2. Sexo: () Feminino, () Masculino () Prefiro não responder
3. Campus onde é matriculado: () Fortaleza, () Maracanaú () Prefiro não responder
4. Qual seu curso: _____ () Prefiro não responder
5. Qual o semestre que está cursando: _____ () Prefiro não responder

PARTE 2 – Instruções e Avaliação

As respostas aos itens de validação do questionário foram configuradas de acordo com o padrão da escala de *Likert*, isto é, 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Neutro, 4 = Concordo, 5 = Concordo Totalmente e 6 = Prefiro não responder.

As possíveis sugestões podem ser inseridas no espaço dedicado às observações de cada tópico. Algumas competências para o século XXI: adaptabilidade, pensamento crítico, comunicação eficaz, criatividade e inovação, liderança, trabalho em equipe, resolver problemas complexos, habilidades digitais, inteligência emocional e aprendizado contínuo.

1. Acredito que é importante desenvolver habilidades de comunicação eficaz (escrita e verbal) durante os meus estudos.

[] 1
[] 2
[] 3
[] 4
[] 5
[] 6

Obs.: _____

2. Sinto que as competências de colaboração são fundamentais para o meu sucesso acadêmico e profissional.

[] 1
[] 2
[] 3
[] 4
[] 5
[] 6

Obs.: _____

3. Acredito que resolver problemas complexos é uma habilidade importante que devo adquirir durante a minha formação.

[] 1
[] 2
[] 3
[] 4
[] 5
[] 6

Obs.: _____

4. Considero importante ser criativo e inovador em meus estudos e futura carreira.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

5. Sinto-me motivado(a) a desenvolver habilidades de liderança durante os meus estudos.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

6. Acredito que o pensamento crítico e a análise são essenciais para enfrentar os desafios do mundo atual.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

7. Sinto que devo aprender a me adaptar a mudanças no ambiente de trabalho desde cedo.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

8. Considero importante gerenciar meu tempo e priorizar tarefas para ter sucesso nos estudos e na carreira.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

9. Acredito que é crucial colaborar efetivamente com pessoas de diferentes origens e culturas.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

10. Estou motivado(a) a desenvolver as competências do século XXI durante minha jornada acadêmica.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

11. Sinto que a graduação está me preparando adequadamente para adquirir as competências do século XXI.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

12. Na sua opinião, o quão importante é o empreendedorismo como competência para o século XXI?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

13. Você concorda que o empreendedorismo é relevante apenas para aqueles que desejam ter seu próprio negócio?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

14. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância das empresas juniores ligadas à minha graduação?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

15. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de uma Incubadora de empresas disponível na instituição?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

16. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de um programa como o Enactus?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

17. Você ficaria mais motivado a participar dos movimentos perguntados nos itens 14, 15 e 16 se pudesse aproveitar como carga horária complementar?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

18. Você acha que uma disciplina de empreendedorismo que forneça informações sobre os itens 14, 15 e 16 deveria ser incluída no início do curso?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

19. Você acredita que é importante ter uma disciplina de gestão de projetos com uso de métodos moderno e alinhados com o mercado atual como o Scrum?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

20. Você acredita que é importante ter uma disciplina que possa gerar resolver problemas da comunidade local ou de empresas?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO (PROFESSORES)

PARTE 1 – Identificação

1. Idade: _____ () Prefiro não responder
2. Sexo: () Feminino, () Masculino () Prefiro não responder
3. Campus onde é lotado: () Fortaleza, () Maracanaú () Prefiro não responder
4. Maior formação acadêmica: () Especialização, () Mestrado, () Doutorado () Prefiro não responder
5. Especificar área de conhecimento da maior formação acadêmica:
 _____ () Prefiro não responder
6. Quais disciplinas atua: _____ () Prefiro não responder
7. Participou de alguma formação voltada a aquisição das *softskills* ou competências para o século XXI? _____ () Prefiro não responder
8. Possui alguma publicação relacionada a esse assunto nos últimos 5 anos?
 _____ () Prefiro não responder
9. Ministrou algum curso relacionado a *softskills* ou competências para o século XXI?
 _____ () Prefiro não responder

PARTE 2 – Instruções e Avaliação

As respostas aos itens de validação do questionário foram configuradas de acordo com o padrão da escala de *Likert*, isto é, 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Neutro, 4 = Concordo, 5 = Concordo Totalmente e 6 = Prefiro não responder.

As possíveis sugestões podem ser inseridas no espaço dedicado às observações de cada tópico. Algumas competências para o século XXI: adaptabilidade, pensamento crítico, comunicação eficaz, criatividade e inovação, liderança, trabalho em equipe, resolver problemas complexos, habilidades digitais, inteligência emocional e aprendizado contínuo.

1. Minha formação acadêmica me preparou adequadamente para entender e ensinar competências do século XXI.

[] 1
 [] 2
 [] 3
 [] 4
 [] 5
 [] 6

Obs.: _____

2. Considero importante incluir no currículo escolar competências como comunicação eficaz (escrita e verbal) e colaboração.

[] 1
 [] 2
 [] 3
 [] 4
 [] 5
 [] 6

Obs.: _____

3. Sinto-me confiante em minha capacidade de transmitir aos alunos habilidades de trabalho em equipe.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

4. Acredito que os alunos devem ser preparados para resolver problemas complexos e desafios no ambiente atual.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

5. Considero importante incentivar a criatividade e a inovação entre os alunos.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

6. Sinto-me capaz de desenvolver habilidades de liderança nos meus alunos.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

7. Acredito que os alunos precisam desenvolver pensamento crítico e habilidades de análise para ter sucesso no mundo atual.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

8. Considero importante preparar os alunos para se adaptarem a mudanças no ambiente de trabalho.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

9. Sinto-me confiante em minha capacidade de ensinar habilidades de gerenciamento de tempo e priorização de tarefas.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

10. É fundamental que os alunos aprendam a colaborar efetivamente com pessoas de diferentes origens e culturas.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

11. Estou motivado(a) a transmitir aos meus alunos as competências do século XXI.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

12. Eu utilizo métodos ou recursos de ensino que ajudam na aquisição dessas competências em paralelo com as competências inerentes da disciplina que ensino.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

13. Qual é o seu nível de concordância quanto a importância do empreendedorismo como competência para o século XXI?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

14. Qual é o seu nível de concordância com a ideia de que o empreendedorismo é relevante apenas para quem deseja ter seu próprio negócio?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

15. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância das empresas juniores ligadas aos cursos de Engenharias?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

16. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de uma Incubadora de empresas disponível na instituição?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

17. Estou familiarizado com todos os aspectos que envolvem o funcionamento e a importância de um programa como o Enactus?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

18. Qual é o seu nível de concordância quanto a importância da participação dos alunos nos movimentos questionados nos itens 15,16 e 17?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

19. Você acredita que os alunos ficariam mais motivado a participar dos movimentos perguntados nos itens 15, 16 e 17 se pudessem aproveitar como carga horária complementar?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

20. Você acredita que uma disciplina de empreendedorismo que discuta sobre os itens 15, 16 e 17 deveria ser incluída no início do curso?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

21. Você acredita que é importante ter uma disciplina de gestão de projetos com uso de métodos moderno e alinhados com o mercado atual como o Scrum?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

22. Você considera importante a implementação de uma disciplina no currículo acadêmico que ensine os alunos a criar projetos voltados para solucionar problemas da comunidade local ou de empresas?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

Obs.: _____

APÊNDICE F – ROTEIRO GRUPO FOCAL

Introdução

Olá a todos, obrigado por participarem deste grupo focal sobre a integração de métodos ágeis, como o Scrum, no ensino das engenharias. Meu nome é [Seu Nome] e estou facilitando esta discussão como parte de um estudo sobre práticas inovadoras no ensino. O objetivo é explorar como os professores percebem e utilizam essas ferramentas em suas aulas para promover a atualização constante e o desenvolvimento de competências necessárias para o século XXI. Vamos iniciar?

1. Experiência e Contexto:

- 1.1. Para começar, gostaria que cada um se apresentasse brevemente e compartilhasse sua formação acadêmica e experiência como professor na área de engenharia.
- 1.2. Alguém aqui já teve alguma experiência prévia com métodos ágeis, como o Scrum, seja em ambiente acadêmico ou profissional?

2. Percepção sobre Ensino Ágil:

- 2.1. Como grupo, como definiríamos o conceito de "ensino ágil"?
- 2.2. Quais são, na visão de vocês, as principais vantagens de integrar métodos ágeis, como o Scrum, no ensino das engenharias?
- 2.3. Vocês acreditam que o ensino ágil pode contribuir para o desenvolvimento de competências específicas nos alunos? Se sim, quais?

3. Implementação do Scrum na Sala de Aula:

- 3.1. Alguém aqui já utilizou o Scrum ou alguma adaptação dele em suas aulas? Se sim, poderia compartilhar um pouco sobre essa experiência?
- 3.2. Quais foram, em suas experiências, os principais desafios enfrentados ao implementar o Scrum na sala de aula?
- 3.3. Como perceberam o engajamento e a receptividade dos alunos em relação ao uso do Scrum como metodologia de ensino?

4. Proposta de Articulação Curricular:

- 4.1. Como grupo, vocês acham que seria viável e benéfico integrar o ensino ágil, como o Scrum, de forma mais estruturada no currículo das disciplinas de engenharia?
- 4.2. Quais seriam, na visão de vocês, os principais benefícios em incluir a disciplina de Empreendedorismo no início da graduação, uma disciplina de gestão de projetos ágeis na metade e uma que possa resolver problemas da comunidade externa no final?
- 4.3. Quais seriam, na opinião de vocês, os principais benefícios e desafios de uma integração curricular mais ampla dessas metodologias?

5. Oficina de Scrum com LEGO:

- 5.1. Algum de vocês já participou de uma oficina de Scrum com LEGO ou atividade similar? Se sim, poderiam compartilhar um pouco sobre essa experiência?

5.2. Na opinião do grupo, atividades práticas, como a oficina de Scrum com LEGO, podem auxiliar os alunos na compreensão e aplicação dos conceitos ágeis?

5.3. Quais foram os principais insights ou aprendizados que vocês tiveram ao participar de uma atividade como essa?

Conclusão:

Antes de encerrarmos, há mais alguma reflexão ou ponto de vista que gostariam de acrescentar sobre o uso do Scrum e outras metodologias ágeis no ensino das engenharias?

Agradeço a participação de todos nesta discussão. Suas perspectivas são fundamentais para enriquecer nosso entendimento sobre esse tema.

APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DOCENTE – MOOC SOBRE COMPETÊNCIAS DO SÉCULO XXI E METODOLOGIAS ÁGEIS

PARTE 1 – Identificação do Avaliador

1. Idade: _____
2. Sexo: () Feminino () Masculino () Outro
3. Cargo/Função: _____
4. Tempo no cargo atual: _____ anos
5. Campus de atuação: _____
6. Maior formação acadêmica: () Especialização () Mestrado () Doutorado
Área de formação: _____
7. Área de atuação docente: _____
8. Participou de cursos sobre metodologias ágeis ou competências para o século XXI nos últimos 5 anos? () Sim () Não
Se sim, quantos? _____
9. Possui publicações sobre inovação pedagógica, metodologias ativas ou competências para o século XXI? () Sim () Não
Se sim, quantas? _____
10. Já organizou eventos sobre ensino ágil ou formação por competências? () Sim () Não
Se sim, quantos? _____

PARTE 2 – Avaliação do curso

Instruções: Avalie cada item usando a escala de 0 a 3:

0 = Não atende

1 = Atende em parte

2 = Atende em boa medida

3 = Atende plenamente

Inclua observações quando julgar necessário.

1. Clareza e Objetivos do Curso

Item	0	1	2	3
1.1 O objetivo geral do curso é claramente definido.				
1.2 O curso apresenta a proposta de desenvolver competências para o século XXI de forma explícita.				
1.3 O curso articula objetivos, metodologias e avaliação de maneira coerente.				

Observações:

2. Metodologias Ágeis e Ensino Ativo

Item	0	1	2	3
2.1 O curso aplica metodologias ágeis (ex. Scrum) de forma apropriada ao contexto educacional.				
2.2 O uso das ferramentas visuais (<i>Lean Canvas</i> , <i>Effectuation</i> , <i>Experience Board</i> etc.) é adequado à proposta.				
2.3 A sequência didática favorece o desenvolvimento de projetos e resolução de problemas reais.				

Observações:

3. Conteúdos e Competências do Século XXI

Item	0	1	2	3
3.1 Os conteúdos são relevantes para o desenvolvimento de competências como colaboração, criatividade e pensamento crítico.				
3.2 As atividades favorecem o desenvolvimento de competências socioemocionais e digitais.				
3.3 O curso proporciona situações de aprendizagem que simulam desafios do mundo do trabalho.				

Observações:

4. Usabilidade e Acessibilidade Digital

Item	0	1	2	3
4.1 A plataforma utilizada permite navegação intuitiva e fluida.				
4.2 Os recursos digitais são acessíveis e inclusivos (legendas, contraste, alternativas visuais).				
4.3 Há diversidade de recursos (vídeos, quizzes, fóruns, templates) que apoiam diferentes estilos de aprendizagem.				

Observações:

5. Engajamento e Protagonismo do Estudante

Item	0	1	2	3
5.1 O curso estimula a autonomia e o protagonismo dos estudantes.				
5.2 As estratégias adotadas motivam a participação ativa dos alunos.				
5.3 O estudante é incentivado a refletir e aplicar os conhecimentos em seu contexto pessoal ou profissional.				

Observações:

6. Avaliação de Aprendizagem e Feedback

Item	0	1	2	3
6.1 As estratégias avaliativas (autoavaliação, pares, instrucional) são diversificadas e coerentes.				
6.2 O curso oferece feedbacks formativos ao longo do percurso.				
6.3 As avaliações permitem mensurar o desenvolvimento das competências propostas.				

Observações:

7. Adequação Sociocultural e Profissional

Item	0	1	2	3
7.1 O conteúdo respeita e dialoga com o contexto dos estudantes de engenharia.				
7.2 Há sensibilidade às realidades socioculturais e profissionais diversas.				

Observações:

PARTE 3 – Avaliação geral do curso

Nota Geral	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Comentários finais, críticas e sugestões:

APÊNDICE H – IDENTIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Identificação da Sequência Didática			
Tema da aula	Data	Duração	Ano/turma/turno/ Público
Gestão de projetos ágeis		4 aulas	
Objetivos			
• Gerenciar projetos de forma ágil com o Scrum; • Trabalhar o pensamento crítico e a comunicação em grupo; • Trabalhar a criatividade, colaboração, comunicação e gestão de tempo.			
Conteúdo			
• Conceitos de gestão de projetos ágil; • Conceitos de Scrum; • Realização do planejamento de um <i>sprint</i>, definindo histórias e dividindo tarefas; • Avaliação do desempenho da equipe (gráfico <i>burndown</i>); • Apresentação das entregas do projeto para usuário; • Realização de reuniões diárias, <i>sprint</i> e retrospectiva; • Validação das histórias e atualização do <i>backlog</i>.			
Metodologia			
1. Iniciar com a fundamentação do conteúdo: a. Introdução ao conceito de metodologias ágeis de projeto; b. Fundamentação dos conceitos básicos do Scrum. 2. Aplicação das dinâmicas de aprendizado: a. Poesia em grupo, onde os alunos serão divididos em equipes de no mínimo 4 componentes para que possa escrever uma poesia baseada nos temas propostos pelo professor. Entretanto existirá algumas exigências para que a tarefa seja cumprida a luz dos princípios ágeis; b. Construindo uma cidade de blocos de montagem com o Scrum, o intuito dessa dinâmica é fazer com que o aluno pratique os conhecimentos adquiridos e aplique os conceitos do Scrum em uma atividade prática, com regras, requisitos e restrições.			
Recursos			
• Recursos audiovisuais como Projetor e caixa de som; • Apresentação em forma de slide dos conteúdos a serem ministrados; • Papel; • Blocos de montagem para a dinâmica final.			
Avaliação			
A avaliação será realizada de duas maneiras: • Avaliação comportamental: o professor acompanhará a aplicação das dinâmicas propostas e avaliará a participação dos alunos quanto a suas atitudes ligadas a resolução de problemas, comunicação e colaboração; • Autoavaliação: Os próprios alunos se avaliarão em grupo, cada um fará sua autoavaliação e avaliará seus colegas de equipe; • Tradicional: aplicação de um questionário ao fim da sequência para averiguar o aprendizado dos alunos.			
Referências			
CRUZ, F. Scrum e Pmbok Unidos no Gerenciamento de Projetos. 1. ed. São Paulo: Brasport, 2013. MASSARI, V. L. Gerenciamento ágil de projetos. 2 ed. São Paulo: Brasport, 2018. SABBAGH, R. Scrum Gestão Ágil Para Projetos de Sucesso. 1 ed. São Paulo: Casa do Código, 2013. SUTHERLAND, J.; SUTHERLAND, J. J. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 1. ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.			

Fonte: Adaptado de Cardoso (2024).

APÊNDICE I – AÇÕES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR OBJETIVOS

Aula nº 1 / Duração: 60 minutos			
Objetivo da aula	Ação do professor	Ação do aluno	Material utilizado
Apresentar as metodologias de gestão ágeis de projetos.	Apresentar, com o auxílio de slide ou vídeos os conceitos inerentes as metodologias ágeis.	Registrar no caderno ou outro meio os conceitos apresentados.	Notebook, projetor, quadro branco, pincel, caderno e caneta.
Aula nº 2 / Duração: 60 minutos			
Objetivo da aula	Ação do professor	Ação do aluno	Material utilizado
Apresentar a metodologia de gestão ágil de projeto Scrum.	Apresentar, com o auxílio de slide ou vídeos os conceitos inerentes Scrum.	Registrar no caderno ou outro meio os conceitos apresentados.	Notebook, projetor, quadro branco, pincel, caderno e caneta.
Aula nº 3 / Duração: 60 minutos			
Objetivo da aula	Ação do professor	Ação do aluno	Material utilizado
Reforçar os conceitos do Scrum e trabalhar o pensamento crítico e a comunicação em grupo	Apresentar, com o auxílio de slide ou vídeos os conceitos inerentes Scrum e aplicar a dinâmica da poesia.	Os alunos deverão se dividir em grupos, formarem um círculo com as cadeiras e ficar com apenas um papel e uma caneta. Depois seguir os comandos do professor.	Notebook, projetor, quadro branco, pincel, caderno e caneta.
Aula nº 4 / Duração: 60 minutos			
Objetivo da aula	Ação do professor	Ação do aluno	Material utilizado
Trabalhar a criatividade, colaboração, comunicação e gestão de tempo via a dinâmica de montagem com blocos.	Apresentar, com o auxílio de slide a dinâmica da construção da cidade com bloco de montagem, suas regras e restrições.	Os alunos deverão se dividir em grupos, escolherem as funções de cada um (<i>Product Owner</i> , <i>Scrum Master</i> e <i>Time</i>) e seguir os comandos dados pelo professor.	Notebook, projetor, quadro branco, pincel, caderno e caneta e um conjunto de blocos ⁴⁴ de montagem. Recomenda-se 2000 peças para 5 equipes de 5 alunos.

Fonte: Adaptado de Cardoso (2024).

⁴⁴ Pode ser substituído por papelão e cola a depender da disponibilidade.

APÊNDICE J – ARTIGOS APROVADOS OU SUBMETIDOS NO CURSO DO DOUTORADO

A jornada para a finalização da tese ainda está em curso, entretanto alguns assuntos tratados nela foram publicados ou foram submetidos conforme o Quadro 1:

Quadro 1 – Artigos publicados e submetidos

Data	Periódico	Situação	Título	Qualis
29/09/2021	Enciclopédia BIOSFERA	Publicado	Aplicação dos conceitos SDN, DEVOPS e infraestrutura como código no processo de ensino e aprendizagem de ciências e engenharias	B4
22/12/2021	Enciclopédia BIOSFERA	Publicado	Otimizando o ensino e a cultura do empreendedorismo na educação profissional: um estudo de caso no IFCE-Campus Maracanaú	B4
22/12/2021	Enciclopédia BIOSFERA	Publicado	A utilização de histórias em quadrinhos (HQs) no ensino remoto emergencial de ciências da natureza	B4
08/07/2022	II Congresso Internacional de Educação Empreendedora e Cidadania (CiEECi 2022)	Aprovado e apresentado	Strengthening education and entrepreneurial culture in vocational education: a case study at IFCE	S/R
22/06/2023	Revista PRÁXIS	Publicado	A pesquisa na pós-graduação stricto sensu acerca do uso de HQs no ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura	A3
08/11/2023	Revista Caderno Pedagógico	Publicado	Integrando Scrum e educação maker para desenvolver competências profissionais e socioemocionais: uma sequência didática	A2
13/05/2024	Revista de Ensino de Ciências e Tecnologia (ENCITEC)	Publicado	Robótica autônoma móvel na pesquisa da pós-graduação brasileira: uma revisão sistemática a partir da biblioteca digital de teses e dissertações (BDTD)	A4
29/11/2024	Ebook - Educação Empreendedora e Cidadania: Novos Paradigmas para um Futuro Colaborativo. SkillsResearch.	Publicado	Strengthening education and entrepreneurial culture in vocational education: a case study at ifce.	S/R
03/03/2025	Revista Educar Mais	Publicado	“Ser ou não ser um ético, eis a questão?”: revisão sobre o uso de dramatizações no ensino de engenharias	B3
19/05/2025	Revista de Ensino de Engenharia	Publicado	Ensino Ágil na Engenharia: Revisão sobre o Uso do Scrum no Desenvolvimento de Competências do Século XXI	B3

03/07/2025	Programa de Becas Acadêmicas da OEA 2025	Aprovado (Anexo 8), mas não contemplado.	<i>Agile Learning and Entrepreneurial Education: A Framework for Developing 21st-Century Competencies</i>	S/R
22/05/2025	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC	Submetido	Competências essenciais do século XXI na formação de engenheiros: Uma revisão sistemática.	A4
26/05/2025	Revista Hórus	Submetido	Competências Empreendedoras na Formação em Engenharia: Uma Revisão Sistemática da Literatura	A1

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO A – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Integrando Ensino Ágil e Educação Empreendedora: Articulação Curricular para Competências do Século XXI no Ensino de Engenharia do IFCE

Pesquisador: ANDERSON DE CASTRO LIMA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 78465624.7.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.848.889

Apresentação do Projeto:

Resumo:

O processo educativo deve estimular novas habilidades capazes de oportunizar e otimizar o desenvolvimento de potenciais, independentemente da condição social e da área de aplicação. Nesse sentido, a Educação Empreendedora em paralelo com a construção de uma cultura de inovação abre um conjunto de opções, oportunidades e possibilidades de aprendizado, aos alunos e aos profissionais de todas as áreas, que vão além dos conceitos puramente científicos e tecnológicos, proporcionando a estes uma nova perspectiva pautada em experiências práticas vislumbrando o desenvolvimento contextualizado e o crescimento profissional, com intuito de provocar um estímulo à mudança de comportamento tradicional. Colaborando com esse contexto, o processo de globalização e de competitividade entre as nações passou a exigir profissionais com uma formação para além da competência técnica. A educação em engenharia representa, então, um elemento chave nesse processo, já que a área de engenharia é uma atividade que, por excelência, é condutora da inovação na indústria e nos demais setores econômicos. Mas, se o engenheiro é sujeito ativo das transformações na era das mudanças tecnológicas rápidas, ele próprio vem sendo obrigado a promover profundas transformações em suas habilidades e em seu perfil profissional. A sociedade do conhecimento exige engenheiros com competências novas, com flexibilidade e autonomia para aprender

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.410-426

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 6.848.889

permanentemente.

Metodologia Proposta:

O desenho da pesquisa será via um estudo de campo pois focalizará em um grupo específico, professores e alunos de engenharias do IFCE, sendo desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado, questionários e de entrevistas para captar suas explicações e interpretações do que ocorrerá no período em estudo. A abordagem mista, quantitativa e qualitativa, foi a escolhida para coleta e análise dos dados, sendo ela aplicada na forma sequencial com ênfase nos dados qualitativos. A motivação para o método quantitativo foi devido a necessidade de aplicar um pré-teste antes do início do estudo de campo. Por outro lado, a abordagem qualitativa examina o ser humano como um todo, de forma contextualizada gerando informações mais detalhadas das experiências humanas, incluindo suas crenças, emoções e comportamentos, considerando que as narrativas obtidas são examinadas dentro do contexto original em que ocorrem. Para que esse estudo atinja o principal objetivo que é capacitar os novos engenheiros com a competências exigidas para o século XXI, ele deve voltar sua atenção prioritariamente aos responsáveis por sua formação, ou seja, os professores. Desse modo, a luz das conclusões apresentadas na revisão sistemática sobre métodos ágeis no ensino, será proposto uma sequência didática como uso do SCRUM para contribuir no ensino simultâneo das competências profissionais e socioemocionais, essa sequência será aplicada na forma de oficina aos professores de engenharias do IFCE no início do semestre 2024.1. Antes do início da oficina será aplicado um pré-teste com dois formulários, um questionando se sua formação acadêmica incluiu alguma das competências do século XXI e outra, que será comparada também ao final do estudo, da importância dessas competências e de sua confiança quanta ao ensino delas aos seus alunos. A partir dessa oficina, será desenvolvido uma discussão sobre a importância da coleta de dados qualitativos com a escolha de entrevistas semiestruturadas e grupos focais, para aprofundar a compreensão dos resultados da pesquisa. Após a aplicação do questionário antes do início da oficina, o próximo passo consiste em explorar mais profundamente as percepções e experiências dos professores participantes.

Para isso, optou-se por realizar entrevistas semiestruturadas, permitindo uma abordagem mais flexível e aprofundada na exploração das ideias e opiniões dos participantes. A escolha entre entrevistas presenciais ou a distância visa garantir a conveniência e acessibilidade dos participantes, ao mesmo tempo em que oferece a oportunidade de alcançar um grupo mais

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 6.848.889

amplo de professores, independentemente de sua localização geográfica, desse modo, o professor terá prerrogativa para escolher qual modalidade ele prefere e as entrevistas terão uma duração de 30 minutos no máximo. Para a entrevista remota será utilizado a ferramenta google Meet em conjunto com o software OBS Studio para efetuar a gravação da entrevista.

Critério de Inclusão:

Os participantes serão professores do IFCE lotados nos cursos de engenharias no Campus de Fortaleza ou Maracanaú. Os alunos maiores de idade e devidamente matriculados em cursos de engenharias desses dois campi.

Critério de Exclusão:

Alunos menores de idade dos campi de Fortaleza ou Maracanaú matriculados em cursos de engenharias. Alunos maiores de idade dos campi de Fortaleza ou Maracanaú nos demais cursos disponíveis nas instituições. Professores que não ministram disciplinas nos cursos de engenharia dos campi. Professores do IFCE lotados nos cursos de engenharias no Campus de Fortaleza ou Maracanaú que estejam afastados ou de licença no decorrer da etapa de coleta de dados. Os alunos maiores de idade e devidamente matriculados em cursos de engenharias desses dois campi que estejam afastados ou de licença no decorrer da etapa de coleta de dados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo geral desse trabalho é integrar os métodos ágeis, como o SCRUM aplicados no ensino (Ensino ágil), com a educação empreendedora, apresentando uma proposta de articulação curricular aos professores para fomentar a atualização constante no ensino das engenharias assim possibilitando o desenvolvimento das competências necessárias para o século XXI.

Objetivo Secundário:

1. Pesquisar e apresentar trabalhos que adaptaram a metodologia SCRUM para o ensino de diversas áreas de conhecimento, diferentes do desenvolvimento de software nas engenharias;
2. Discutir porque a educação empreendedora pode ir além da criação de negócios e propiciar a aquisição das competências do século XXI;
3. Discutir como a curricularização da extensão pode contribuir para a inserção da educação empreendedora;
4. Apresentar uma sequência didática que permita a utilização do SCRUM em sala de aula;
5. Capacitar professores que lecionem nos cursos superiores na área de engenharias com essa

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 6.848.889

metodologia a fim de que possa ser aplicada em sala de aula;

6. Avaliar a percepção dos alunos quanta a aquisição de tais competências durante sua jornada acadêmica;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Podem existir riscos mínimos, a saber: constrangimento, particularmente se considerada a possibilidade de algum participante não se sentir à vontade em responder alguma pergunta do questionário. Caso ocorra qualquer forma de constrangimento ou desconforto, os participantes poderão não responder o questionário na sua integralidade ou desistir de participar em qualquer momento da pesquisa inclusive se for no momento da entrevista sendo ela presencial ou remota. Os riscos associados às entrevistas online incluem preocupações com privacidade, segurança e confidencialidade dos participantes. Falhas na segurança da plataforma, exposição a hackers e dificuldades na verificação da identidade dos entrevistados podem comprometer a integridade dos dados coletados e a garantia do consentimento informado. Portanto, será usado uma ferramenta externa o google meet para uma video chamada e a sua gravação será feita exclusivamente no computador do pesquisador, desse modo minimizando a possibilidade da gravação ser disponibilizada para pessoas que não estejam participando da pesquisa. É importante ressaltar, no entanto, que os benefícios do estudo são maiores que os possíveis riscos; por isso vale a pena ser realizado.

Benefícios:

Com a integração de métodos ágeis, como o SCRUM, ao ensino das engenharias, juntamente com a educação empreendedora, pode fornecer uma base sólida para a implementação de uma abordagem mais dinâmica e atualizada no currículo, tendo como hipótese uma possível lacuna nesse aspecto. A ausência de uma abordagem ágil e empreendedora no ensino das engenharias pode limitar a capacidade dos alunos de desenvolverem habilidades essenciais para o século XXI e se adaptarem às demandas em constante evolução do mercado de trabalho. Portanto, a pesquisa visa preencher essa lacuna, fornecendo uma estrutura curricular inovadora que capacita os alunos a adquirirem competências relevantes e a se tornarem profissionais mais preparados e inovadores em suas respectivas áreas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de pós-graduação em nível de pós-graduação stricto sensu do curso de Doutorado Acadêmico em Ensino, do campus de Fortaleza, do Instituto Federal do Ceará.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.410-426

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 6.848.889

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Constam os termos obrigatórios: Folha de rosto; Informações básicas do projeto; Orçamento; Cronograma; Declaração de compromisso de apresentação dos resultados; Declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa; Termo de consentimento livre e esclarecido; Termo de autorização e de existência de infraestrutura; Roteiro de entrevista ou questionário/formulário. Consta, ainda, o documento: Projeto de Pesquisa.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências constantes no Parecer Consubstanciado 6.755.568 foram integralmente resolvidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2307903.pdf	10/04/2024 11:46:43		Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	10/04/2024 11:46:28	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	Questionario_Professores_corrigido.pdf	10/04/2024 11:27:10	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	Questionario_Alunos_corrigido.pdf	10/04/2024 11:26:03	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Cronograma	Cronograma_assinado.pdf	25/03/2024 10:54:56	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Professores.pdf	25/03/2024 10:42:40	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	Roteiro_Entrevista_semiestruturada.pdf	23/03/2024 11:35:17	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	Roteiro_grupofocal.pdf	23/03/2024 11:34:32	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	declaracao_compromisso_apresentacao_resultados.pdf	23/03/2024 11:32:52	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Outros	declaracao_garantia_regresso_beneficios_pesquisa.pdf	23/03/2024 11:31:39	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 6.848.889

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_tese_CEPE.pdf	23/03/2024 11:30:23	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Alunos.pdf	23/03/2024 11:28:56	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	23/03/2024 11:27:59	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_declaracao_infraestrutura_Marac anau.pdf	23/03/2024 11:27:00	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_de_autorizacao_fortaleza.pdf	23/03/2024 11:26:39	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	23/03/2024 11:26:04	ANDERSON DE CASTRO LIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 25 de Maio de 2024

Assinado por:
Emmanuel Alves Carneiro
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B – MATRIZ DE CORRELAÇÕES DE *SPEARMAN*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1																					
2	0,50	1																				
3	0,30	0,17	1																			
4	0,38	0,36	0,33	1																		
5	0,23	0,23	0,18	0,43	1																	
6	0,23	0,27	0,27	0,28	0,22	1																
7	0,36	0,38	0,25	0,29	0,10	0,34	1															
8	0,38	0,39	0,23	0,23	0,13	0,36	0,44	1														
9	0,40	0,33	0,11	0,21	0,02	0,36	0,46	0,4	1													
10	0,35	0,36	0,19	0,25	0,31	0,30	0,27	0,25	0,27	1												
11	0,13	0,08	0,08	0,15	0,31	0,16	0,08	0,19	0,09	0,14	1											
12	0,29	0,35	0,20	0,46	0,17	0,29	0,34	0,29	0,27	0,34	0,04	1										
13	-0,01	-0,08	0,03	-0,06	-0,07	-0,07	-0,18	-0,23	0,00	-0,01	0,07	-0,16	1									
14	-0,08	-0,03	-0,06	0,01	0,22	-0,08	0,02	-0,06	-0,14	0,01	0,22	0,04	0,15	1								
15	-0,14	-0,12	-0,03	-0,10	0,21	-0,04	0,03	-0,1	-0,17	0,07	0,23	0,04	0,03	0,64	1							
16	-0,01	-0,01	-0,11	0,01	0,24	0,02	-0,07	-0,03	-0,1	0,11	0,11	0,13	-0,03	0,51	0,52	1						
17	0,19	0,15	0,13	0,15	0,13	0,27	0,02	0,2	0,21	0,12	0,08	0,23	-0,18	0,09	-0,06	0,23	1					
18	0,20	0,24	0,14	0,26	0,16	0,15	0,15	0,19	0,23	0,26	0,00	0,27	-0,14	-0,11	-0,03	0,15	0,41	1				
19	0,27	0,26	0,28	0,26	0,35	0,17	0,29	0,21	0,16	0,33	0,00	0,31	-0,08	0,03	-0,01	0,17	0,25	0,38	1			
20	0,42	0,27	0,26	0,36	0,15	0,25	0,37	0,26	0,32	0,33	0,05	0,5	-0,19	-0,03	0,11	0,14	0,25	0,36	0,31	1		
21	0,14	0,05	0,16	-0,01	0,13	-0,03	0,21	0,07	0,09	0,18	-0,12	0,23	-0,04	0,12	0,13	0,01	0,06	0,14	0,20	0,24	1	
22	-0,01	0,06	-0,02	0,10	0,12	0,06	0,04	0,03	0,02	0,14	-0,02	0,27	-0,07	0,14	0,2	0,25	0,1	0,16	0,16	0,24	0,5	1

ANEXO C – PUD DE INTRODUÇÃO À FORMAÇÃO ENGENHEIRA: SABERES, PRÁTICAS E OPORTUNIDADES

DIRETORIA DE ENSINO / DEPARTAMENTO DE ENSINO COORDENAÇÃO DO CURSO: PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

DISCIPLINA: Introdução à Formação Engenheira: Saberes, Práticas e Oportunidades	
Código:	
Carga Horária Total: 40	CH Teórica: 30 CH Prática: 10
CH - Prática como Componente Curricular do ensino:	
Número de Créditos: 2	
Pré-requisitos:	
Semestre: 1º	
Nível:	
EMENTA	
Apresenta ao(a) estudante ingressante uma visão integrada da formação em engenharia no IFCE, com ênfase nos eixos ensino, pesquisa, extensão, inovação e cultura empreendedora. Aborda competências do século XXI, panorama das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), estrutura dos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC), oportunidades institucionais e práticas formativas voltadas a protagonismo, compromisso social, ética e sustentabilidade.	
OBJETIVO	
Apresentar ao estudante ingressante uma visão ampla da formação em engenharia no IFCE, integrando os eixos de ensino, pesquisa, extensão, inovação e cultura empreendedora, com foco na construção de um percurso acadêmico propositivo e alinhado às competências do século XXI.	
COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS	
• Visão sistêmica da formação profissional; • Protagonismo estudantil e planejamento de carreira; • Comunicação oral e escrita; • Iniciativa e autonomia; • Consciência ética, social e ambiental.	
PROGRAMA	
• O papel social da engenharia e desafios contemporâneos; • Estrutura da formação: DCN, PPC, carga horária e práticas curriculares; • Ensino, pesquisa e extensão como pilares formativos; • Oportunidades internas: monitoria, iniciação científica, empresa júnior, incubadora; • Cultura empreendedora, ecossistemas de inovação e IFCE como promotor de tecnologia e desenvolvimento local; • Planejamento de trajetória acadêmica e profissional.	
METODOLOGIA DE ENSINO	

• Aula expositiva dialogada com recursos visuais; • Rodas de conversa com egressos e convidados; • Visitas orientadas a ambientes institucionais (NIT, Incubadora, Projetos de Extensão); • Elaboração de mapas de trajetórias acadêmicas e construção de plano de ação pessoal.	
RECURSOS	
Projeter multimídia, quadro branco, ambientes institucionais (laboratórios, setores de inovação/extensão), recursos digitais, textos de apoio, plataformas Moodle, dispositivos móveis.	
AVALIAÇÃO	
• Produção de portfólio reflexivo; • Relatórios de visitas e entrevistas; • Autoavaliação e elaboração de plano de desenvolvimento individual; • Participação e frequência.	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
BAZZO, W. A. Introdução à engenharia. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2012. LEMONS, Paulo. Universidade e ecossistemas de inovação. Brasília: MEC/SETEC, 2018. BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. IFCE. Manual de Normalização de Projetos Pedagógicos dos cursos de engenharia do IFCE. Fortaleza, 2021.	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
FREIRE, P. Pedagogia do compromisso: aprendendo com a experiência. Paz e Terra, 2018. DRUCKER, P. F. Inovação e espírito empreendedor: prática e princípios. Cengage Learning, 2011. UNESCO. Competências para o Século XXI. Brasília: Unesco, 2019.	
Coordenador do Curso	Setor Pedagógico
_____	_____

**ANEXO D – PUD DE PROJETOS DE INOVAÇÃO SOCIAL E EDUCAÇÃO
EMPREENDEDORA: METODOLOGIAS ÁGEIS PARA A EXTENSÃO
UNIVERSITÁRIA**

**DIRETORIA DE ENSINO / DEPARTAMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO:
PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD**

DISCIPLINA: Projetos de Inovação Social e Educação Empreendedora: Metodologias Ágeis para a Extensão Universitária	
Código:	
Carga Horária Total: 80	CH Teórica: 30 CH Prática: 50
CH - Prática como Componente Curricular do ensino:	
Número de Créditos: 4	
Pré-requisitos:	
Semestre: Entre o 3º e o 5º	
Nível:	
EMENTA	
Explora os fundamentos da educação empreendedora e inovação social em interface com a extensão universitária. Apresenta e aplica metodologias ágeis (Scrum, Kanban) no planejamento e execução de projetos de impacto social, abordando ferramentas colaborativas, etapas de prototipagem, comunicação extensionista e avaliação por resultados.	
OBJETIVO	
Desenvolver competências empreendedoras e colaborativas por meio da elaboração e execução de projetos de inovação social, integrando ensino, pesquisa e extensão universitária com base em metodologias ágeis	
COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS	
• Resolução de problemas reais com impacto social; • Trabalho em equipe e liderança situacional; • Criatividade e iniciativa empreendedora; • Planejamento e execução de projetos; • Comunicação e negociação.	
PROGRAMA	
• Fundamentos da educação empreendedora e da inovação social; • Metodologias ágeis no contexto educacional (Scrum, Kanban); • Princípios da extensão universitária e legislação vigente; • Design de projetos com impacto social; • Ferramentas de planejamento ágil: backlog, sprints, Kanban board; • Comunicação de resultados e pitch extensionista.	
METODOLOGIA DE ENSINO	
• Aprendizagem baseada em projetos (ABP); • Oficinas de prototipagem e construção de canvas; • Aplicação de Scrum ou Kanban com acompanhamento docente; • Visitas e entrevistas com instituições sociais/comunitárias.	

RECURSOS	
Quadro branco, projetor multimídia, material impresso e digital, plataformas colaborativas (ex.: Google Workspace, Trello), ambientes de laboratório ou coworking, dispositivos móveis, internet.	
AVALIAÇÃO	
• Entrega de projeto com documentação ágil (canvas, backlog, sprints, registros de atividades); • Apresentação final (pitch) para banca composta por docentes e convidados externos; • Autoavaliação e coavaliação dos membros das equipes; • Participação, engajamento e frequência.	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
AUDY, Jorge. Scrum 360: um guia completo e prática de agilidade. 1. ed. Casa do Código, 2015. CRUZ, Fabio. Scrum e PMBook unidos no Gerenciamento de Projetos. 1. ed. BRASPORT, 2013. JUNIOR, José Finocchio. Project Model Canvas: Gerenciamento de projetos sem burocracia. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2013. MAURYA, Ash. Como começar uma startup enxuta. 1. ed. Saraiva Uni, 2018. DRUCKER, Peter F. Inovação e espírito empreendedor: Prática e princípios. 2. ed. Cengage Learning, 2011. FREIRE, Paulo. Extensão ou comunicação?. 18. ed. Paz e Terra, 2014.	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Business Model Generation: Inovação em modelos de negócios. Alta Books, 2011. SUTHERLAND, Jeff. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 1. ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2019. MASSARI, Vanessa. Gerenciamento ágil de projetos. 2. ed. São Paulo: Brasport, 2018. ROAM, Dan. Show and Tell: How Everybody Can Make Extraordinary Presentations. London: Portfolio Penguin, 2014.	
Coordenador do Curso	Setor Pedagógico
_____	_____

ANEXO E – PUD DE ENGENHARIA APLICADA AO MUNDO DO TRABALHO: PROJETOS DE INOVAÇÃO COM METODOLOGIAS ÁGEIS

DIRETORIA DE ENSINO / DEPARTAMENTO DE ENSINO COORDENAÇÃO DO CURSO: PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

DISCIPLINA: Engenharia Aplicada ao Mundo do Trabalho: Projetos de Inovação com Metodologias Ágeis	
Código:	
Carga Horária Total: 80	CH Teórica: 30 CH Prática: 50
CH - Prática como Componente Curricular do ensino:	
Número de Créditos: 4	
Pré-requisitos:	
Semestre:	
Nível:	
EMENTA	
Utilizar o <i>Design Thinking</i> e o <i>Effectuation</i> para gerar soluções de problemas a serem propostos. Através do Canvas da proposta de valor, verificar se a solução se aproxima das necessidades do cliente. Modelar o negócio que poderá ser originado da solução via o <i>Lean Canvas</i>. Efetuar um estudo de mercado a fim de mapear os concorrentes e propor soluções inovadoras. Validar através do Quadro de experimentação se as ideias construídas são realmente válidas. Utilizar a gestão de projeto com o <i>Project Model Canvas</i> em conjunto com o Scrum para um melhor desenvolvimento da solução. Utilizar técnicas de vendas para divulgar a solução construída.	
OBJETIVO	
• Criar uma solução de forma colaborativa; • Verificar sua viabilidade econômica e seus potenciais concorrentes; • Planejar, executar e controlar o desenvolvimento de uma solução utilizando metodologias ágeis; • Divulgar a solução criada a ponto de talvez, conseguir potenciais compradores.	
PROGRAMA	
• Ideação com <i>Design Thinking</i> e <i>Effectuation</i> para definição do projeto a ser trabalhado; • Definição da proposta de valor através do Canvas da Proposta de Valor; • Modelagem do negócio via o Lean Canvas; • Mapeamento das soluções concorrentes utilizando a estratégia do oceano azul; • Validação das hipóteses por intermédio do Canvas da experimentação; • Conceitos de Scrum e início da prototipação da solução; • Conceitos de Project Model Canvas e desenvolvimento da solução; • Apresentação da solução no formato de <i>pitch</i> e divulgação via canais digitais.	
METODOLOGIA DE ENSINO	
A metodologia escolhida para aplicação da disciplina foi a Aprendizagem Baseada em Projetos por ser uma abordagem que coloca o estudante como centro do aprendizado e o professor com um facilitador. Tal abordagem	

prover ao estudante a oportunidade de desenvolver habilidades de liderança, colaboração, cooperação, propriedade sobre a solução, apresentação em público, escrita e tecnologias.	
RECURSOS	
Os seguintes recursos poderão ser utilizados: Quadro branco, pincéis, projetor multimídia, material impresso, <i>post-its</i> , computador, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> .	
AVALIAÇÃO	
A avaliações terão como base as atividades realizadas em sala de aula, o engajamento dos alunos quanto ao desenvolvimento da solução proposta, testes, pela assiduidade e pelo preenchimento atualizado de todos os quadros propostos na disciplina.	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
BROWN, T. Design thinking. 1a edição ed. [s.l.] Alta Books, 2017. CRUZ, Fabio. Scrum e PMBook unidos no Gerenciamento de Projetos. 1 ed. BRASPORT, 2013. JUNIOR, José Finocchio. Project Model Canvas: Gerenciamento de projetos sem burocracia. 1 ed. Elsevier. 2013 MASSARI, V. L. Gerenciamento ágil de projetos. 2 ed. São Paulo: Brasport, 2018. MAURYA, A. Comece sua startup enxuta. 1a edição ed. [s.l.] Saraiva Uni, 2018. OSTERWALDER, A. et al. Value proposition design: como construir propostas de valor inovadoras. 1a edição ed. [s.l.] Alta Books, 2019. ROAM, D. Show and Tell: How Everybody Can Make Extraordinary Presentations. London: Portfolio Penguin, 2014. SABBAGH, R. Scrum Gestão Ágil Para Projetos de Sucesso. 1 ed. São Paulo: Casa do Código, 2013. SUTHERLAND, J.; SUTHERLAND, J. J. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 1.ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
Coordenador do Curso	Setor Pedagógico
_____	_____

ANEXO F – APROVAÇÃO NO EDITAL DA OEA

ENC: Resultado. Lista de selecionados. Candidatura OEA 2025 – Anderson de Castro Lima. Externa Caixa de entrada x

Divisão de Cooperação Educacional- Itamaraty <dce@itamaraty.gov.br>
para mim, Divisão ▼

qui., 3 de jul., 09:36

Prezado Anderson, bom dia!

Parabéns, você foi selecionado para à bolsa!
Seguem em anexo a lista de aceitos e documento informativo da OEA.

Atenciosamente,

[Divisão de Cooperação Educacional - DCE](#)

Ministério das Relações Exteriores - MRE

+55 (61) 2030-8561



OEA | Más derechos
para más gente

SECRETARIA EJECUTIVA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL (SEDI)

PROGRAMA DE BECAS ACADEMICAS DE LA OEA 2025

CANDIDATOS SELECCIONADOS PARA ESTUDIOS DE POSGRADO

	País Patrocinador	Nombre Completo	Género
1	Antigua y Barbuda	KNOWLES-VERSAILLES KNOWLES, SHELLOMANE EREN	F
2	Argentina	CAMISASSA, JUAN	M
3	Barbados	BOYCE-ROACH, AURYELL ARLETTA PHYLLIVIA	F
4	Belice	COBB, MATT JOSIAH	M
5	Brasil	LIMA DE, ANDERSON CASTRO	M
6	Canadá	NAIR, PRATIK	M
7	Chile	ALBARRÁN REBAZA, KEVIN HAROLD	M
8	Colombia	BELALCAZAR CERON, HUGO ANDRES	M
9	Costa Rica	MADRIZ PORRAS, ANNETTE REBECA	F
10	Dominica	PACQUETTE, ALAINA JODIE	F
11	República Dominicana	DE LA CRUZ SÁNCHEZ, LUZ MILAGROS	F
12	Ecuador	MOSQUERA TOSCANO, HAMILTON GUILLERMO	M
13	El Salvador	RAMIREZ MEJIA, MONICA MARIA	F
14	Grenada	RICHMOND-MODESTE RICHMOND, LINDY KATISHA	F
15	Guatemala	GUERRA REVOLORIO, ANGEL ROGELIO	M
16	Haiti	BAPTISTIN, CHRISTELA	F
17	Honduras	CRUZ REYES, CARLOS ALBERTO	M
18	Jamaica	SIMPSON, JAVAUNE OSHANE	M
19	México	ALDRETE LEAL, METZLI ILEANA	F
20	Panamá	GONZALEZ, JEYSY DAYANA	F
21	Paraguay	MERCADO OBERMAYER, AMINN JOSUE	M
22	Perú	RIVERA BAZAN, CARLA MARISOL	F
23	San Cristóbal y Nieves	MATTHEW, BERNICE AMBER LUCINDA SHEREMA	F
24	Santa Lucía	LOUIS, TJHEANE	F
25	San Vicente y las Granadinas	BROWNE, MIKHAIL DANIEL	M
26	Estados Unidos de América	BUENO-HANSEN, PASCHA	F
27	Uruguay	SUAREZ FERRER, LUCÍA GISELLE	F
28	Venezuela	RONDÓN RAMOS, MARIANA ROSALYTH	F