

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

TESE DE DOUTORADO

**ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM ATIVA:
Transformando o ensino de Engenharia por meio do
desenvolvimento de experimentos para um Laboratório Virtual**

Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto

Porto Alegre, RS, Brasil

2024

KAJIANA NUERNBERG SARTOR VIDOTTO

**ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM ATIVA:
Transformando o ensino de Engenharia por meio do
desenvolvimento de experimentos para um Laboratório Virtual**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Informática na Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Coorientadora: Prof^a Dr^a. Patrícia Fernanda da Silva

Linha de pesquisa: Ambientes Informatizados e Ensino a distância

Porto Alegre, RS, Brasil

2024

CIP – Catalogação na Publicação

VIDOTTO, KAJIANA NUERNBERG SARTOR
ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM ATIVA:
Transformando o ensino de Engenharia por meio do
desenvolvimento de experimentos para um Laboratório
Virtual / KAJIANA NUERNBERG SARTOR VIDOTTO. -- 2024.
213 f.

Orientador: Dr^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco.

Coorientador: Dr^a Patrícia Fernanda da Silva.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em
Novas Tecnologias na Educação, Programa de
Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto
Alegre, BR-RS, 2024.

1. Estratégia de ensino e aprendizagem. 2.
Metodologias ativas. 3. Engenharia. 4. Laboratório
virtual. 5. Scratch. I. Tarouco, Dr^a Liane Margarida
Rockenbach, orient. II. Silva, Dr^a Patrícia Fernanda
da, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos André Bulhões Mendes

Vice-reitora: Patricia Pranke

Pró-reitor de Pós-Graduação: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Diretor do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação: Prof. Dr.

Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Informática na Educação: Prof. Dr.

Dante Augusto Couto Barone

ATA DA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CINTED – CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PPGIE – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO KAIJANA NUERNBERG SARTOR VIDOTTO

Às nove horas do dia dezoito de novembro de dois mil e vinte e quatro, no endereço eletrônico <https://mconf.ufrgs.br/webconf/defesa-kajiana-sartor-vidotto>, conforme a portaria 02 de 10/10/2022 da PROPG/UFRGS que regulamenta a modalidade híbrida ou a distância para as bancas de defesas de cursos *stricto sensu*, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Marcelo Magalhães Foohs, Dulce Márcia Cruz e Eliane Pozzebon para a análise da defesa de Tese de Doutorado intitulada “ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM ATIVA: Transformando o ensino de Engenharia por meio do desenvolvimento de experimentos para um Laboratório Virtual”, da doutoranda de Pós-Graduação em Informática na Educação Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco e coorientação da Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernanda da Silva. A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

- Considera a Tese Aprovada
() sem alterações;
() sem alterações, com voto de louvor;
() e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;
 Considera a Tese Reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

A banca destaca a contribuição do trabalho para o ensino na Engenharia.

O trabalho reflete um compromisso com a pesquisa e oferece uma contribuição robusta para o ensino de Engenharia enfatizando a importância das metodologias ativas, do uso das tecnologias e o protagonismo dos estudantes.

A banca recomenda que as sugestões enviadas e apresentadas sejam consideradas.

Documento assinado digitalmente
 LIANE MARGARIDA ROCKENBACH TAROUCO
Data: 19/11/2024 21:37:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Liane Margarida Rockenbach
Tarouco, Orientadora

Documento assinado digitalmente
 MARCELO MAGALHÃES FOOHS
Data: 20/11/2024 09:41:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Magalhães Foohs
PPGIE/UFRGS



Documento assinado digitalmente
ELIANE POZZEBON
Data: 01/12/2024 20:29:57-0300
CPF: ***.213.139-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dr.^a Eliane Pozzebon
UFSC/DEC

Documento assinado digitalmente
 PATRICIA FERNANDA DA SILVA
Data: 20/11/2024 06:55:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernanda da Silva
Coorientadora



Documento assinado digitalmente
DULCE MARCIA CRUZ
Data: 20/11/2024 11:23:40-0300
CPF: ***.924.585-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dr.^a Dulce Márcia Cruz
MEN/CED/UFSC

AGRADECIMENTOS

Minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização desta pesquisa em minha jornada acadêmica.

Agradeço primeiramente minha família pelo apoio inabalável ao longo desses anos. Seu amor, incentivo e compreensão foram fundamentais para que eu pudesse dedicar-me a esta pesquisa. Agradeço especialmente ao meu marido, Jarbas Vidotto, ao meu filho Alberto Sartor Vidotto, aos meus pais, Pedro Paulo Sartor e Neiva Nuernberg Sartor, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a perseguir e realizar meus sonhos. Aos meus irmãos, cunhados, sobrinhas, tios, tias, primos e primas que com muita alegria e otimismo demonstraram orgulho sobre minha jornada acadêmica.

À Professora Dr^a. Morgana Nuernberg Sartor Faraco, minha irmã e também professora, que viu neste estudo uma oportunidade de extrema importância, sempre me apoiando e auxiliando na aplicação e execução da pesquisa durante os anos de dedicação e empenho no Doutorado.

Aos meus colegas de doutorado, sou imensamente grata pela troca de conhecimento, pela colaboração e pelo apoio mútuo durante esta jornada desafiadora. Cada um contribuiu de maneira significativa para o meu crescimento acadêmico.

À minha orientadora, a Professora Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco e a minha coorientadora Professora Dr^a. Patrícia Fernanda da Silva, expressei minha mais profunda admiração e gratidão. Vocês são mulheres e profissionais incríveis! Sua orientação, sabedoria e encorajamento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sou grata pela paciência, dedicação e inspiração que compartilharam comigo ao longo deste processo.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Informática na Educação (PPGIE) e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) por proporcionarem um ambiente propício para o aprendizado e a pesquisa, bem como por todo o suporte oferecido ao longo do meu percurso acadêmico mesmo em meio a pandemia do COVID-19.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos durante a realização do meu doutorado. Essa bolsa foi fundamental para a continuidade e conclusão desta pesquisa,

proporcionando os recursos necessários para a dedicação integral ao meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Agradeço a Deus por me conceder saúde, força, empatia e perseverança durante esta jornada sensacional! Sua graça foi minha sustentação nos momentos mais desafiadores e por isso sou eternamente grata e feliz por realizar este sonho e contribuir significativamente com a educação.

RESUMO

Inúmeras mudanças vêm ocorrendo nas práticas educacionais dos cursos superiores, com o objetivo de tornar os processos de ensino e aprendizagem mais ativos e alinhados à prática profissional, a fim de engajar e motivar os estudantes em sua formação e preparação para o mercado de trabalho. Para que isso ocorra, é necessário reformular o ensino tradicional, que se baseia em aulas meramente explicativas e expositivas, adotando modelos pedagógicos e metodologias que potencializem ainda mais o aprendizado. Uma dessas mudanças advém das metodologias ativas e das tecnologias digitais, que promovem o envolvimento participativo e reflexivo dos estudantes, transformando-os em protagonistas da própria aprendizagem, ao produzir, criar, experimentar e aprimorar o conhecimento, com o apoio do professor. Em busca de novas estratégias de ensino e aprendizagem para os cursos de Engenharia, esta tese investiga o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos, com foco na criação de um laboratório virtual que utiliza conteúdos curriculares e uma linguagem de programação visual para complementar o conhecimento. A pesquisa se classifica como aplicada, de caráter exploratório, com abordagem de métodos mistos e o procedimento de estudo de caso único. Para atingir os objetivos da pesquisa, foram utilizadas as metodologias ativas Aprendizagem Criativa (AC) e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na construção dos experimentos virtuais para o LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias, propondo uma estratégia de ensino e aprendizagem que auxilia na complementação dos conceitos das disciplinas de Materiais e Corrosão e Tópicos Especiais em Cerâmica, do curso de Engenharia Química da UNISATC. Os resultados do estudo analisaram a metodologia AC/ABP, o perfil e as competências desenvolvidas, além do envolvimento e engajamento dos estudantes em relação à estratégia de ensino e aprendizagem. A análise mista indicou que a metodologia foi considerada interessante, diferente, motivadora, produtiva e divertida. As características desenvolvidas relacionadas ao perfil dos egressos incluíram criatividade, cooperação, uso de novas tecnologias, resolução de problemas e uma abordagem multidisciplinar e transdisciplinar. As competências gerais foram alcançadas principalmente no que diz respeito à formulação e concepção de soluções desejáveis em Engenharia. O envolvimento dos estudantes resultou na complementação do aprendizado dos conteúdos curriculares, aprimorado ao longo do

processo. O engajamento, avaliado por meio da escala psicométrica UWES-S, obteve os seguintes resultados: o "Vigor" apresentou baixa confiabilidade, a "Dedicação" apresentou confiabilidade de moderada a alta, e a "Absorção" foi o tópico com maior fidedignidade entre os três escores. Assim, esta tese defende que a estratégia de ensino e aprendizagem proposta revela-se de fundamental importância para a formação dos futuros engenheiros ao envolver ativamente os estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual. Essa abordagem não apenas potencializa a compreensão dos conceitos teóricos, mas também fortalece habilidades críticas como o pensamento analítico, a resolução de problemas e a capacidade de inovar. Esses aspectos são essenciais para o perfil profissional exigido no cenário atual, marcado por rápidas inovações tecnológicas e desafios complexos. A aplicação dessa estratégia de ensino e aprendizagem contribui significativamente para a preparação de engenheiros capazes de atuar de maneira eficaz e criativa em suas futuras carreiras.

Palavras-chave: Estratégia de ensino e aprendizagem; Experimento virtual; Laboratório virtual; Engenharias; Metodologias Ativas; *Scratch*.

ABSTRACT

Numerous changes have been taking place in the educational practices of higher education courses, aiming to make teaching and learning processes more active and aligned with professional practice, in order to engage and motivate students in their training and preparation for the job market. For this to happen, it is necessary to reformulate traditional teaching, which is based on merely explanatory and expository lessons, by adopting pedagogical models and methodologies that further enhance learning. One of these changes stems from active methodologies and digital technologies, which promote students' participatory and reflective involvement, transforming them into protagonists of their own learning as they produce, create, experiment, and improve knowledge with the support of the teacher. In search of new teaching and learning strategies for Engineering courses, this thesis investigates student involvement in the development and programming of experiments, focusing on the creation of a virtual laboratory that uses curricular content and a visual programming language to complement knowledge. The research is classified as applied, exploratory in nature, using a mixed-methods approach and a single case study procedure. To achieve the research objectives, the active methodologies Creative Learning (CL) and Problem-Based Learning (PBL) were used in the construction of virtual experiments for LabVirt EDU: Scratch in Engineering, proposing a teaching and learning strategy to assist in complementing the concepts of the Materials and Corrosion and Special Topics in Ceramics courses in the Chemical Engineering program at UNISATC. The study results analyzed the CL/PBL methodology, the profile and skills developed, as well as student involvement and engagement with the teaching and learning strategy. The mixed analysis indicated that the methodology was considered interesting, different, motivating, productive, and enjoyable. The characteristics developed related to the graduates' profile included creativity, cooperation, the use of new technologies, problem-solving, and a multidisciplinary and transdisciplinary approach. The general competencies were mainly achieved in relation to the formulation and conception of desirable engineering solutions. Student involvement resulted in the enhancement of curricular content learning, which was improved throughout the process. Engagement, assessed through the psychometric scale UWES-S, yielded the following results: "Vigor" presented low reliability, "Dedication" presented moderate to high reliability, and "Absorption" was the

dimension with the highest fidelity among the three scores. Thus, this thesis argues that the proposed teaching and learning strategy is of fundamental importance for the education of future engineers, as it actively engages students in the development and programming of experiments for a virtual laboratory. This approach not only enhances the understanding of theoretical concepts but also strengthens critical skills such as analytical thinking, problem-solving, and the ability to innovate. These aspects are essential for the professional profile required in the current scenario, marked by rapid technological innovations and complex challenges. The application of this teaching and learning strategy contributes significantly to preparing engineers capable of acting effectively and creatively in their future careers.

Keywords: Teaching and Learning Strategy; Virtual Experiment; Virtual Laboratory; Engineering; Active Methodologies; Scratch.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da Espiral de Aprendizagem Criativa	40
Figura 2 - Processo de Ensino e Aprendizagem: Metodologias Ativas	44
Figura 3 - Pesquisa da expressão “metodologias ativas”	45
Figura 4 - Metodologias ativas utilizadas no Ensino de Engenharia	48
Figura 5 - Ciclo da Aprendizagem baseada em Problemas	50
Figura 6 - Aprendizagem AC/ABP	52
Figura 7 - <i>Scratchers</i> pelo mundo	57
Figura 8 - Interface do <i>Scratch</i> 3.0 <i>on-line</i>	57
Figura 9 - Os 4 P's da Aprendizagem Criativa	59
Figura 10 - Quantitativo dos estudos na REE e no COBENGE.....	69
Figura 11 - Metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas nos cursos de Engenharia publicados na REE e COBENGE	70
Figura 12 - Quantidade de publicações no período da revisão	75
Figura 13 - Quantidade de publicações e seus respectivos países.....	76
Figura 14 - Quantitativo de publicações sobre metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem nas Engenharias.....	80
Figura 15 - Classificação da pesquisa.....	92
Figura 16 - Etapas de um estudo de caso.....	93
Figura 17 - Fases da condução da estratégia de ensino e aprendizagem	96
Figura 18 - Desenho da estratégia de ensino e aprendizagem	97
Figura 19 - Triangulação de Dados	102
Figura 20 - <i>Slide</i> da estratégia de ensino e aprendizagem	109
Figura 21 - LabVirt EDU: <i>Scratch</i> nas Engenharias	110
Figura 22 - Módulos 1 e 2 da Atividade.....	110
Figura 23 - Estrutura do AVA	112
Figura 24 - LabVirt EDU: <i>Scratch</i> nas Engenharias	113
Figura 25 - Exemplos de projetos de experimentos do LabVirt EDU	113
Figura 26 - Apresentação dos experimentos virtuais	134
Figura 27 - <i>Software Atlas.ti</i> 23	136
Figura 28 - Categorias e códigos da Análise Temática/Categorial.....	136
Figura 29 - Categoria: “Componentes curriculares” – código “Aprendizagem”	137

Figura 30 - Categoria: “Componentes Curriculares” – código “Auxílio das professoras”	138
Figura 31 - Categoria: “Componentes Curriculares” – código “Conteúdos disciplinares”	139
Figura 32 - Categoria: “Experimentos virtual” – código “Desenvolver e programar”	140
Figura 33 - Categoria: “Experimento virtual” – código “Linguagem de programação visual”	141
Figura 34 - Categoria: “Experimento virtual” – código “Trabalho em grupo”	142
Figura 35 - Categoria: “Experimentos virtual” – código “Avaliação dos experimentos e da estratégia”	143
Figura 36 - Palavras relevantes da professora titular	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Objetivo da estratégia de ensino e aprendizagem.....	118
Gráfico 2 - AVA e Material didático da Atividade.....	119
Gráfico 3 - Autonomia e protagonismo no aprendizado	121
Gráfico 4 - Desenvolvimento do experimento virtual	121
Gráfico 5 - Metodologia AC/ABP	122
Gráfico 6 - Resultado das características do perfil I	145
Gráfico 7 - Resultado das características do perfil II	145
Gráfico 8 - Resultado das características do perfil III	146
Gráfico 9 - Resultado das características do perfil IV e V	147
Gráfico 10 - Competências gerais das DCNs.....	148
Gráfico 11 - Uso e aprendizagem do conteúdo do experimento	151
Gráfico 12 - Percepção dos estudantes	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre avaliação centrada no ensino e centrada no estudante	31
Quadro 2 - Etapas da aplicação da metodologia AC/ABP	53
Quadro 3 - Panorama das estratégias de ensino e aprendizagem e metodologias ..	76
Quadro 4 - Trabalhos relacionados à tese	89
Quadro 5 - Roteiro da Estratégia de ensino e aprendizagem	108
Quadro 6 - Experimentos virtuais do estudo preliminar.....	115
Quadro 7 - Comentários sobre o AVA.....	120
Quadro 8 - Experimentos Virtuais de Materiais e Corrosão 2022.1	126
Quadro 9 - Experimentos Virtuais de Tópicos Especiais em Cerâmica 2022.2	129
Quadro 10 - Experimentos Virtuais de turma de Materiais e Corrosão 2023.1	130
Quadro 11 - Respostas extras - Linguagem de programação visual.....	154
Quadro 12 - Rubricas de Avaliação.....	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise do material didático	149
Tabela 2 - Indicadores do envolvimento dos estudantes	152
Tabela 3 - Definições das categorias do UWES-S	157
Tabela 4 - Escores normativos do UWES-17	158
Tabela 5 - Resultados da UWES-S turma MC2022.1	158
Tabela 6 - Resultados da UWES turma de TEC2022.2	160
Tabela 7 - Resultados da UWES-S turma MC2023.1	162
Tabela 8 - Medidas descritivas das variáveis Vigor, Dedicção e Absorção	164
Tabela 9 - Medidas de Confiabilidade	165
Tabela 10 - Resultado das Notas dos Experimentos	170

LISTA DE SIGLAS

DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
UNISATC	Faculdade SATC (Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão)
ABENGE	Associação Brasileira de Ensino de Engenharia
COBENGE	Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
LV	Laboratório Virtual
LF	Laboratório Físico
ABP	Aprendizagem baseada em Problemas
AC	Aprendizagem Criativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 MOTIVAÇÃO/JUSTIFICATIVA.....	21
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA.....	23
1.3 OBJETIVO GERAL	23
1.3.1 Objetivos Específicos	23
1.4 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	24
1.5 ESTRUTURA DA TESE	25
2 REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1 DIRETRIZES TEÓRICAS.....	27
2.1.1 Ensino e Aprendizagem nas Engenharias	27
2.1.1.1 Necessidades e Dificuldades no Ensino das Engenharias.....	32
2.1.2 Teorias de Aprendizagem Subsidiadoras	35
2.1.2.1 Construcionismo e Seymour Papert.....	35
2.1.2.2 Aprendizagem Criativa e Mitchel Resnick	38
2.1.3 Metodologias Ativas	44
2.1.3.1 Metodologias Ativas no Ensino Superior	46
2.1.3.2 Aprendizagem baseada em Problemas.....	49
2.1.3.3 Metodologia AC/ABP.....	51
2.2 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS.....	54
2.2.1 Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)	54
2.2.2 Linguagem de Programação Visual – Scratch	56
2.2.3 Laboratório Virtual (LV)	61
2.3 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM UTILIZADAS NO ENSINO DAS ENGENHARIAS: ESTADO DO CONHECIMENTO.....	67
3 TRABALHOS CORRELATOS	84

3.1 DIFERENCIAIS DA PESQUISA	88
4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	92
4.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	93
4.2 UNIDADE DE CASO	94
4.3 NÚMERO DE CASOS	94
4.3.1 Público-Alvo	94
4.4 PROTOCOLO DO ESTUDO	95
4.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS	97
4.6 ANÁLISE E TRIANGULAÇÃO DOS DADOS	101
4.7 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL.....	106
5 LABVIRT EDU: SCRATCH NAS ENGENHARIAS.....	107
5.1 FASE A – ETAPA 1: ELABORAÇÃO	107
5.2 FASE A – ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO	107
5.3 FASE A – ETAPA 3: ESTUDO PRELIMINAR	114
5.3.1 Estudo Preliminar.....	114
5.3.2 Resultados do Estudo Preliminar	118
5.4 FASE B – ETAPA 4: ESTUDO FINAL.....	124
5.4.1 Condução da estratégia de ensino e aprendizagem	125
5.5 FASE B – ETAPA 5: REALIZAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL	134
5.6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO FINAL	135
5.6.1 Metodologia AC/ABP.....	135
5.6.2 Perfil e as Competências Gerais (DCNs).....	144
5.6.3 Envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dos experimentos virtuais	149
5.6.3.1 Engajamento dos estudantes	156
5.6.4 Percepções da professora de Engenharia	166
6 CONCLUSÃO	172

6.1 LIMITAÇÕES.....	174
6.2 CONTRIBUIÇÕES	175
6.3 TRABALHOS FUTUROS	176
REFERÊNCIAS.....	178
APÊNDICE I -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	197
APÊNDICE II - METODOLOGIA APLICADA	199
APÊNDICE III - QUESTIONÁRIO PÓS-ESTRATÉGIA	201
APÊNDICE IV – STUDY & WELL-BEING SURVEY (UWES-S).....	209
APÊNDICE V - PRODUÇÕES INTELECTUAIS DERIVADAS	210

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico impulsiona mudanças significativas na organização da sociedade como um todo e de forma relevante na educação superior, pois demanda a formação de novos perfis profissionais.

Neste contexto, os profissionais necessitam ser ágeis e adaptáveis a possíveis mudanças, capazes de lidar com situações complexas e inesperadas, conhecer diversos recursos para resolver diferentes problemas, trabalhar de forma colaborativa e multidisciplinar, ser criativo e estar em constante atualização. Estas características são fundamentais para os novos perfis profissionais, especialmente aos engenheiros, que atuam em um ambiente de transformação contínua e com um alto nível tecnológico (Telles, 2023).

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades para a aplicação, organização, desenvolvimento e avaliação dos cursos de Graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES). Elas estabelecem metas para proporcionar aos seus egressos e ao longo da sua formação as seguintes competências gerais, com o intuito de analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação: ser capaz de modelar os fenômenos e sistemas físicos e químicos utilizando ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras; antecipar os resultados dos sistemas por meio dos modelos; criar experimentos que geram resultados reais dos fenômenos em estudo; e, verificar e analisar os modelos por meio de técnicas apropriadas, conforme o Art. 4º do grupo II (Brasil, 2019). Logo, o mercado de trabalho atual tem a necessidade de um novo perfil de profissional, com novas competências e habilidades, incluindo as tecnológicas.

Os cursos de Graduação em Engenharias devem estar aptos para formar esses profissionais. No entanto, com o modelo de ensino tradicional, por meio da transmissão de conceitos e conteúdos, tais competências e habilidades são mais difíceis de serem desenvolvidas. Diante desta situação, se faz necessário que os docentes busquem novas estratégias de ensinar e aprender com o objetivo de

promover o desenvolvimento dos discentes, futuros engenheiros, no processo educacional (Telles, 2023; Silva; Tonini, 2023).

Sob o olhar do ensino, esse contexto está fortemente associado às metodologias e às tecnologias. Para Sutili e Ranieri (2022), o engenheiro do mercado de trabalho atual necessita que a sua formação seja baseada em princípios que envolvam empreendedorismo, trabalho em equipes multidisciplinares, desenvolvimento e administração de projetos, liderança e capacidade de aprendizado autônomo, utilizando as tecnologias como recursos. Além disso, deve ser capaz de solucionar problemas e gerar novas ideias problematizadoras para aperfeiçoar os processos, a indústria e o seu ambiente de trabalho.

Um fato extremamente marcante e relevante que ocorreu recentemente, nos anos de 2020 e 2021, e que transformou o mundo em vários aspectos foi a pandemia do COVID-19. Fazendo um recorte no cenário educacional foram dois anos de ensino remoto emergencial, transformando o processo educativo em todos os seus níveis. Aplicativos de videoconferências, recursos digitais de aprendizagem e metodologias surgiram ou foram adaptados às necessidades e expectativas do ensino, afetando permanentemente o mundo (Pelletier *et al.*, 2022).

Diante deste contexto, verificou-se um crescimento significativo na utilização de laboratórios virtuais para a realização de experimentos e práticas laboratoriais que, antes da pandemia, eram realizados de forma presencial em laboratórios físicos. Os laboratórios virtuais são simuladores *on-line* de experiências científicas em que os estudantes interagem com experimentos em diversas áreas do conhecimento, proporcionando situações de erros e acertos comuns nos laboratórios físicos, mas com a vantagem de ser um ambiente controlado, sem riscos e de custo baixo o que auxiliou o processo educacional durante o ensino remoto emergencial (Santos; Freitas; Lopes, 2020; Wahyudi *et al.*, 2024).

Para contribuir com o processo educacional dos futuros engenheiros, esta tese utiliza duas tendências para o desenvolvimento da pesquisa: as metodologias ativas de aprendizagem e os laboratórios virtuais. Segundo as DCNs das Engenharias, as metodologias ativas enfatizam a postura do estudante como protagonista da própria aprendizagem, tendo um envolvimento efetivo e ativo no processo, e os laboratórios virtuais que, por sua vez, podem auxiliar na complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares enquanto simulam experimentos científicos reais. Para Nolen e Koretsky (2018), Liu e Kholodilin (2023), e Vascan (2024), os laboratórios virtuais

apresentam benefícios iguais ou maiores do que os laboratórios físicos correspondentes, constatando um aumento significativo no interesse em incluí-los nos currículos das Engenharias.

Em virtude do exposto, estudos apresentam os laboratórios virtuais, baseados em simulações realistas, com a intenção de difundir-los como objetos digitais de aprendizagem para elevar o nível da qualidade na educação para cursos de Engenharias (Shetty *et al.*, 2020; Schmitz; Keddi; Frerich, 2020; Nervis e Nogueira, 2021; Galvez *et al.*, 2022; Araújo *et al.*, 2024). No trabalho de Sivapragasam *et al.* (2019) os estudantes se envolveram na criação de um experimento para um laboratório virtual utilizando a plataforma LabVIEW para a disciplina de Mecânica dos Flúidos do curso de Engenharia Civil. Os resultados da pesquisa apontaram que os alunos tiveram uma melhor compreensão dos conteúdos estudados enquanto desenvolviam os experimentos virtuais, demonstrando avanços significativos e relevantes acerca da aprendizagem.

Esta tese apresenta a construção de uma estratégia de ensino e aprendizagem para promover o envolvimento e engajamento dos estudantes de Engenharia de forma ativa, na produção e desenvolvimento de experimentos para um laboratório virtual, abordando conteúdos curriculares de disciplinas do curso. Como abordagem metodológica utilizou-se a Aprendizagem Criativa (AC) e a Aprendizagem baseada em Problemas (ABP) para observar os estudantes não apenas como meros usuários, mas também como criadores ou adaptadores dos experimentos, diferenciando-a de outras pesquisas. O foco a ser investigado, refere-se ao uso de metodologias ativas e das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, e como as práticas educacionais podem influenciar no aprendizado. O estudo deriva da teoria Construcionista de Seymour Papert (Papert; Harel, 1991) e Mitchel Resnick (2020) sendo pautado no aprender fazendo, no uso do computador e das tecnologias digitais como potencializadores da aprendizagem dos estudantes.

Pressupõe-se que construir e programar experimentos para laboratórios virtuais pode contribuir significativamente no desenvolvimento das habilidades e competências necessárias aos futuros engenheiros, bem como na resolução de problemas, no trabalho colaborativo e multidisciplinar, e no desenvolvimento da criatividade para a sua atuação imediata no mercado de trabalho. Por isso, buscou-se preencher esta lacuna de conhecimento, colaborando com a educação superior,

agregando novos valores e aplicações nas áreas das Engenharias e da Informática na Educação.

1.1 MOTIVAÇÃO/JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é a continuidade do estudo realizado pela pesquisadora, no Programa de Pós-graduação nível de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no ano de 2019. O trabalho intitulado “Projeto JogAR: Ensinando Programação com Jogos Digitais e Realidade Aumentada para o Ensino Superior” investigou estratégias para ensinar conceitos básicos de programação por meio do desenvolvimento de jogos digitais e realidade aumentada para estudantes dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Civil, do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) campus Criciúma. Os jogos digitais foram desenvolvidos e programados pelos estudantes na plataforma *Scratch*, com temas diversos e escolhidos de acordo com o interesse dos estudantes. O objetivo foi verificar a aprendizagem dos estudantes em relação aos conceitos básicos do pensamento computacional e dos conceitos básicos de programação, ficando comprovada sua eficácia como estratégia de ensino e aprendizagem inovadora, engajadora e motivadora (Vidotto, 2019).

Para aprimorar o estudo anterior, esta pesquisa apresenta a construção e o planejamento de uma estratégia de ensino e aprendizagem que investiga o envolvimento ativo dos estudantes de Engenharia Química da UNISATC na cidade de Criciúma em Santa Catarina, e busca observar e compreender o processo de desenvolvimento e programação dos experimentos para um laboratório virtual, de forma a complementar a aprendizagem de um componente curricular. O recurso tecnológico utilizado para a programação dos experimentos foi a plataforma *Scratch 3.0 on-line*. Na seção "Estúdio" reuniu-se os projetos desenvolvidos pelos estudantes, a fim de disponibilizá-los para uso da turma e da comunidade acadêmica em geral, como um laboratório virtual. Os temas¹ utilizados nos projetos são relacionados aos conteúdos curriculares das disciplinas Materiais e Corrosão e Tópicos Especiais em Cerâmica, de forma que se possa verificar a complementação na aprendizagem dos

¹ Temas de Materiais e Corrosão: Corrosão, Resistência dos materiais, Ligas metálicas, Metais de sacrifício, Ensaio de Tração - Tensão x Deformação, Ligações químicas, Densidade e condutividade elétrica, Estado de agregação e temperatura, Comportamento dos metais com a temperatura; Temas de Tópicos Especiais em Cerâmica: Queima de telhas e tijolos, Controle de inspeção de peças cerâmicas, Fusão de fritas e Funcionamento de um forno cerâmico.

conceitos e perceber o engajamento dos estudantes durante a condução da estratégia de ensino e aprendizagem, proporcionando uma prática relevante, motivadora, inovadora e com resultados promissores.

Outra motivação está na realização desta pesquisa com a utilização da plataforma *Scratch* como ambiente de desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais. Para Resnick (2020) e sua equipe de desenvolvimento, o *Scratch* é um recurso fácil de iniciar e compreender (piso baixo), possui maneiras de trabalhar de forma complexa (teto alto) e fornece vários caminhos que permitem a construção de diversos tipos de projetos (paredes largas). Estas afirmações corroboram com o fato de que a pesquisadora utiliza o *Scratch* há mais de dez (10) anos com estudantes dos cursos de Engenharias, constatando suas possibilidades e potencialidades como recurso tecnológico educacional e ferramenta de autoria.

Com base na experiência docente da pesquisadora, os estudantes de cursos superiores têm pouco ou quase nenhum conhecimento de lógica de programação ou de uma linguagem de programação específica. O *Scratch* pode facilitar o ensino de pensamento computacional e de programação para estudantes sem formação prévia em computação por ser uma linguagem de programação visual didática e intuitiva. Este estudo também pretende desmistificar o uso do *Scratch* no ensino superior, buscando destacar o fato de que ele pode ser um recurso significativo para beneficiar atividades de ensino e aprendizagem dentro e fora do ambiente escolar.

Embora existam pesquisas acerca da utilização de experimentos e laboratórios virtuais como estratégias de ensino e aprendizagem no ensino superior (Keddi; Frerich, 2020; Licciardi Junior, 2020; Schmitz; Nervis; Nogueira, 2021; Vahdatikhaki *et al.*, 2023; Sarac, 2024), percebe-se que a construção e o desenvolvimento destes, pelos próprios estudantes, é incipiente e não é o mais usual, tornando esta pesquisa inédita e original. Geralmente, os experimentos e os laboratórios virtuais são desenvolvidos por empresas específicas ou pelos próprios professores que muitas vezes não têm conhecimento de *softwares* e *design* instrucional para a construção dos mesmos, além de ter um custo elevado para as instituições de ensino.

Deste modo, a motivação adjacente à pesquisa caracteriza-se pelo compartilhamento desses experimentos desenvolvidos pelos estudantes e disponibilizados em um laboratório virtual (LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias) para que sejam acessados e manipulados por outros estudantes, de outros níveis de ensino, a qualquer momento, sem agendamento, sem custo e de forma segura.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Com base na contextualização, problemática, justificativa e motivação apresentadas, buscou-se responder o seguinte questionamento relacionado aos efeitos ou resultados do envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais:

Qual o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Engenharias?

1.3 OBJETIVO GERAL

Investigar o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual, utilizando os conteúdos curriculares de disciplinas dos cursos de Engenharia e uma linguagem de programação visual como recurso tecnológico educacional, por meio de uma estratégia de ensino e aprendizagem.

1.3.1 Objetivos Específicos

As etapas necessárias para se atingir o objetivo geral estão elencadas em ordem de execução a seguir:

- Investigar as estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas pelos docentes dos cursos de Engenharia;
- Desenvolver e analisar uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada em metodologias ativas que promova o desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual por meio da linguagem de programação visual - *Scratch*;
- Identificar as competências gerais previstas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Graduação em Engenharia desenvolvidas por meio da estratégia de ensino e aprendizagem;

- Investigar se a estratégia de ensino e aprendizagem construída auxilia na complementação da aprendizagem do componente curricular, identificando o engajamento dos estudantes durante a atividade.

1.4 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Quanto à natureza, a estratégia metodológica desta tese se classifica como aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos por meio de uma aplicação prática específica, criar hipóteses e resolver problemas (Gil, 2010; Metring, 2009). Com relação aos objetivos, caracteriza-se por ser de caráter exploratório visto que se pretende o entendimento e familiaridade com o tema da pesquisa (Barros; Lehfel, 2000).

Métodos mistos foram utilizados na abordagem para envolver técnicas quantitativas e qualitativas na análise dos dados sob diferentes pontos de vista, com a intenção de promover um conhecimento adicional em busca da qualificação da pesquisa por meio da triangulação dos dados resultantes (Yin, 2015; Creswell, 2014; Flick, 2013). Na análise qualitativa utilizou-se a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2016) que permite uma compreensão mais abrangente e relevante dos dados, fornecendo *insights* valiosos e uma compreensão aprofundada de fenômenos complexos. Na análise quantitativa utilizou-se a estatística descritiva, cuja técnica é usada para organizar, resumir e descrever os principais aspectos de um conjunto de dados, destacando padrões, tendências e características importantes, além de medidas de confiabilidade para avaliar a fidedignidade dos resultados.

Referente ao procedimento, foi considerado um estudo de caso, que se identifica como “uma metodologia de pesquisa de campo que investiga um caso delimitado em profundidade, por meio da coleta de dados em múltiplas fontes, e que utiliza a triangulação na análise e interpretação dos dados” (Mattar; Ramos, 2021, p.151). Definiu-se como um estudo de caso único, pois, segundo Yin (2015), o objetivo é obter um conhecimento profundo sobre um caso que apresenta diversas situações específicas (Mariotto *et al.*, 2014), com base em amostras de conveniência.

De acordo com o objeto de estudo e o objetivo da pesquisa, o estudo de caso apresenta três concepções diferentes, o descritivo, o exploratório e o explanatório (ou explicativo). O estudo descritivo descreve o fenômeno, o estudo exploratório busca conhecer profundamente o caso estudado e o estudo explanatório busca explicar as

causas e os efeitos dos fenômenos, de forma que possibilitem resolver os problemas a partir da questão de pesquisa. Sendo assim, este trabalho classifica-se como um estudo de caso exploratório, pois busca descobrir dados sobre o objeto de estudo para conhecer aspectos relacionados ao fenômeno, cujas informações são escassas e o pesquisador não tem controle das variáveis em questão (Castro Filho; Freire; Maia, 2021).

Além disso, esta tese se insere na área da Informática na Educação, com o objetivo de investigar e aplicar, de forma interdisciplinar, as tecnologias digitais na Educação. Sob orientação da professora Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco e coorientação da professora Dr^a. Patrícia Fernanda da Silva, foram realizados projetos de pesquisas, como o “AVAECIM - Ambiente Virtual De Aprendizagem Experimental em Ciências e Matemática”, registrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob o número 36980 (desde 01/05/2019), o “AVATAR - Ambiente Virtual De Aprendizagem e Trabalho Acadêmico Remoto, registrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob o número 28823, o “Metaverso para educação em desenvolvimento sustentável” registrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob o número 44515 (desde 01/08/2023), o “O uso da linguagem de programação visual por blocos *Scratch* como ferramenta para a construção de conhecimentos com estudantes da graduação”, registrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob o número 42060 (desde 03/03/2022), cujo objetivo é investigar como os estudantes de Graduação constroem seus conhecimentos a partir do uso da linguagem de programação visual - *Scratch*, observando as principais dificuldades e possibilidades de utilização no escopo das disciplinas curriculares corroborando com esta pesquisa.

O detalhamento da metodologia da pesquisa, bem como as suas etapas, é descrito no capítulo 4.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

Para facilitar o entendimento do documento, esta tese foi organizada em seis (6) capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a introdução ao tema pesquisado, bem como a problemática e justificativa do estudo, seguida da questão de pesquisa, do objetivo geral e específicos, da estratégia metodológica e da estrutura da tese.

O Capítulo 2 retrata o referencial teórico que embasou este estudo, além de apresentar as recomendações que envolvem o ensino e a aprendizagem nas Engenharias, com suas necessidades e dificuldades baseado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Graduação. São contextualizadas as Teorias de Aprendizagem subsidiadoras por meio dos seus pesquisadores, o Construcionismo de Seymour Papert, e a Aprendizagem Criativa de Mitchel Resnick. Ademais, como diretrizes teóricas, apresenta-se as metodologias ativas utilizadas no ensino superior e em especial, a Aprendizagem baseada em Problema (ABP) que fundamentam a estratégia de ensino e aprendizagem proposta pela pesquisa. Em seguida, aborda-se as tecnologias envolvidas no estudo, um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), a linguagem de programação visual - *Scratch* e o Laboratório Virtual (LV). Apresenta-se também o estado do conhecimento por meio de uma revisão de literatura relacionada às estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas no ensino das Engenharias.

O Capítulo 3 detalha os trabalhos correlatos e os diferenciais da pesquisa.

O Capítulo 4 apresenta a metodologia da pesquisa, abordando a formulação do problema, a unidade de análise, o número de caso, o protocolo do estudo, a coleta de dados, os instrumentos utilizados, a análise dos dados e a elaboração do relatório.

O Capítulo 5 relata o planejamento, a construção e a condução da estratégia de ensino e aprendizagem (LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias) desenvolvida para a tese, exibindo os resultados e as discussões.

No Capítulo 6 são descritas a conclusão, as limitações da pesquisa e os trabalhos futuros.

No relatório final da tese são elencadas as publicações acerca da pesquisa, as referências utilizadas no estudo e os apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os principais referenciais teóricos utilizados na elaboração desta tese. São salientadas temáticas como o ensino e aprendizagem nas Engenharias, baseadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de Graduação em Engenharia do Ministério da Educação (MEC), além das dificuldades e necessidades do processo educacional. Em seguida, são contextualizadas as Teorias de Aprendizagem que subsidiaram o estudo, destacando o Construcionismo de Seymour Papert e a Aprendizagem Criativa (AC) de Mitchel Resnick.

Também se apresenta as Metodologias Ativas utilizadas no ensino superior, especialmente a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) que, juntamente com a Aprendizagem Criativa (AC), fundamenta a estratégia de ensino e aprendizagem desta pesquisa. Posteriormente, são discutidas as tecnologias envolvidas no estudo, incluindo o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), a linguagem de programação visual - *Scratch* e o Laboratório Virtual (LV). Por fim, o capítulo relata, por meio de uma revisão de literatura nas principais bases de dados de Engenharia, as estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas no ensino, proporcionando uma visão abrangente do contexto teórico da pesquisa.

2.1 DIRETRIZES TEÓRICAS

Nesta subseção, apresenta-se o embasamento teórico relacionado às diretrizes para o processo de ensino e aprendizagem em Engenharia. São elencadas as necessidades e dificuldades, as teorias de aprendizagem que subsidiaram o estudo e as metodologias ativas utilizadas no ensino superior.

2.1.1 Ensino e Aprendizagem nas Engenharias

Para compreender o processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Graduação em Engenharia no Brasil, deve-se analisar primeiramente, as Diretrizes

Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia² (DCNs), estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), pois são elas que definem princípios, fundamentos, condições e finalidades para a aplicação, organização, desenvolvimento e avaliação do curso de graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES) (Brasil, 2019).

O documento com as novas DCNs de Engenharia³, RES CNE/CES Nº 2 - 24/04/2019 institui o que as IES devem considerar, na organização, no desenvolvimento e na avaliação, no âmbito dos Sistemas de Educação Superior para identificar o perfil e as competências pretendidas do futuro engenheiro do país (Brasil, 2019). No capítulo II Art. 3º apresenta-se as seguintes características, entre outras:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2019, p.1).

Assim, com base nas características do perfil do egresso que orientam esta pesquisa, buscou-se instigar nos estudantes a capacidade de pesquisar, adaptar, criar, resolver problemas, ter uma visão interdisciplinar dos assuntos e utilizar tecnologias para auxiliar nesses processos. Para Gaffuri, Bazzo e Civiero (2023), o perfil do profissional de Engenharia necessita de uma formação mais abrangente em virtude dos avanços tecnológicos, evidenciando o empreendedorismo, pois deverá apontar inovações no seu ambiente de trabalho, resolvendo os problemas da sociedade.

Para Santana (2023), o papel das tecnologias digitais no processo educacional e no desenvolvimento das competências dos futuros profissionais é fortemente relevante, visto que atende aos princípios da aprendizagem efetiva, da autonomia, da

² Diretrizes Nacionais Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia - <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>

³ Novas DCNs de Engenharia - <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2021-pdf/175301-rces001-21/file>.

resolução de problemas complexos, da tomada de decisão, do aprender a aprender, da interação, da colaboração, da criatividade e da inovação.

O capítulo III das DCNs de Engenharia descreve a organização do curso de Graduação, as atividades obrigatórias para o desenvolvimento das competências gerais e específicas, as práticas que envolvem a teoria, os exercícios e o contexto, as ações de extensão e integração de empresa-escola, a valorização do trabalho do estudante, seja individual ou em grupo e o uso de metodologias que desenvolvam a aprendizagem autônoma. Para esta tese, enfatizou-se o descrito no Art. 6º

§1º É obrigatória a existência das atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso;

§2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola;

§3º Devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente;

§4º Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas;

§6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno (Brasil, 2019, p. 3-4).

As atividades de aprendizagem nos cursos de Engenharia devem contemplar e assegurar o desenvolvimento das competências do perfil do egresso. Para a obtenção destes resultados é estimulado o uso de metodologias que promovam a autonomia do estudante, o trabalho interdisciplinar e colaborativo e o uso de atividades de experimentação em laboratórios, articulando a teoria e a prática.

Com vistas a reformular as DCNs, a Resolução Nº 1, de 26 de março de 2021, altera o Art. 9º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019 que regulamenta de forma específica, o que deve constar no Projeto Pedagógico dos Cursos (PPCs) de Engenharias para que as competências necessárias aos futuros engenheiros sejam desenvolvidas. O Art. 9º descreve:

Todo curso de Graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.

§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística; Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; Química e Desenho Universal.

§ 2º Além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no Projeto Pedagógico do Curso os conteúdos específicos e profissionais, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas.

§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da Engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de Física, Química e Informática (Brasil, 2021, p. 5).

Ressalta-se que os conceitos de algoritmos e programação fazem parte dos conteúdos básicos a serem trabalhados nos cursos de Engenharia, pois estão diretamente relacionados ao desenvolvimento das competências necessárias aos egressos, conforme o Art. 9º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019.

Assim, as novas DCNs de Engenharia possibilitam a flexibilização dos projetos pedagógicos para uma formação por competências, ao invés de uma concepção de formação por meio de conteúdos, estimulando atividades práticas que estimulam o desenvolvimento da criatividade e da inovação, a adoção de metodologias ativas, a diversificação dos instrumentos de avaliação, o acolhimento dos ingressantes e a capacitação e valorização da atividade docente (Watanabe *et al.*, 2019).

As DCNs destacam que os cursos de Engenharia devem oferecer uma formação que esteja em sintonia com o contexto profissional contemporâneo. Esse cenário é marcado por uma grande complexidade e pela transformação digital da indústria, com o avanço tecnológico cada vez mais acelerado. Isso demanda que os engenheiros estejam continuamente atualizados e em constante processo de aprendizagem (Telles, 2023).

Com relação a avaliação dos estudantes, as DCNs estabelecem que deve ser organizada como um reforço, de forma contínua e prevista como parte inerente às atividades acadêmicas. O processo precisa ser diversificado, identificando o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais e de pesquisa e extensão. Podem se apresentar na forma de monografias, exercícios, provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, estimulando a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou colaborativa (Brasil, 2019).

No estudo de Henri, Johnson e Nepal (2017), as ferramentas de avaliação mais utilizadas nas Engenharias são os portfólios, avaliação 360º e questionários. Em Alves (2023), as avaliações mais usadas pelos docentes são as provas, trabalhos, apresentações e exercícios. Já para Cruz, Saunders-Smiths e Groen (2019) e Zanotto *et al.* (2023), o uso das rubricas e questionários foram as avaliações que tiveram resultados positivos em suas pesquisas.

O estudo de Crawley *et al.* (2014) afirma que a avaliação deve ser uma etapa do processo de aprendizagem que estabelece uma sintonia entre os objetivos propostos nos conteúdos e disciplinas, cujo foco é no estudante e não no ensino. O Quadro 1 apresenta um comparativo entre a avaliação centrada no ensino e a avaliação centrada no estudante.

Quadro 1 - Comparativo entre avaliação centrada no ensino e centrada no estudante

Avaliação centrada no ensino	Avaliação centrada no estudante
Ensinar e avaliar separadamente	Ensinar e avaliar estão interligados
A avaliação é usada para monitorar o aprendizado	A avaliação é usada para promover e diagnosticar a aprendizagem
A ênfase está nas respostas certas	A ênfase está nos alunos gerando melhores perguntas e aprendendo com seus erros
A aprendizagem desejada é avaliada indiretamente por meio de testes pontuados objetivamente	A aprendizagem desejada é avaliada diretamente por meio de trabalhos, projetos, etc.
A cultura é competitiva e individualista	A cultura é cooperativa, colaborativa e solidária
Apenas os alunos são vistos como alunos	Professores e alunos aprendem juntos

Fonte: Crawley *et al.* (2014, p. 167, traduzido pela autora)

Esta pesquisa apoia-se nas DCNs de Engenharia para compreender a relevância na reformulação do processo de ensino e aprendizagem, identificando o que é necessário para o desenvolvimento das competências do futuro engenheiro, utilizando abordagens e metodologias centradas no estudante, avaliando para verificar o aprendizado, e assim, contribuir para o aperfeiçoamento e inovação da educação superior.

2.1.1.1 Necessidades e Dificuldades no Ensino das Engenharias

O ensino tradicional, centrado no professor, exerce uma grande influência no processo educacional pois possibilita que se tenha um maior controle e padronização, especialmente na educação superior, o que nem sempre é apropriado para a aprendizagem. O método tecnicista e mecânico do ensino impede o envolvimento e a autonomia dos estudantes (Mourthé Junior; Lima; Padilha, 2017).

Para Bordenave e Pereira (2015, p. 10) percebe-se dois tipos de educação no ensino superior, a educação “bancária” ou “convergente” e a educação “problematizadora” ou “libertadora”. A educação “bancária” tem as seguintes características: transmissão do conhecimento pelo docente; supervalorização do conteúdo das disciplinas reproduzindo-as nas avaliações; importância do conhecimento do discente sem se preocupar com as suas relações sociais e a transformação do estudante em um ser passivo. Já na educação “problematizadora”, as características são: o estudante aprende quando transforma algo, a aprendizagem acontece quando há a participação ativa e o diálogo permanente entre alunos e professores, os estudantes têm uma visão “sincrética” do problema a ser resolvido por meio da pesquisa, depois passa para uma visão “analítica”, chegando a uma “síntese” equivalente a sua compreensão. Como consequência surgem as “hipóteses” e as possíveis soluções, utilizando-as na prática e transformando-as em realidade. Diante deste contexto, o docente precisa buscar estratégias para ensinar de forma significativa, sem padronizar os estudantes por meio de uma educação obsoleta.

Os cursos de Graduação em Engenharia são considerados difíceis por apresentarem elevados índices de reprovação, retenção e evasão. Segundo Silva *et al.* (2020), as razões que levam a esses altos índices são os fatores como escolaridade do ensino médio, preparação para vestibular e *status* socioeconômico como principais contribuintes para a evasão acadêmica.

Para Silva e Oliveira (2022), os fatores relacionados com as características individuais do estudante, novos interesses profissionais, desmotivação com o curso, escolha precoce da profissão, dificuldades financeiras, falta de oportunidades de trabalho, dificuldade em conciliar o trabalho com os estudos, o currículo e à gestão dos cursos se destacam na decisão de evadir e/ou desistir dos cursos de Graduação em Engenharia.

Para amenizar esta situação, as DCNs de Engenharia no seu Art. 7º instituem que os sistemas de acolhimento e nivelamento dos ingressantes dos cursos superiores podem minimizar a retenção e a evasão dos estudantes. Estes sistemas previstos no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) devem considerar a necessidade de conhecimentos básicos pelos estudantes, principalmente na área das ciências exatas, que vêm com uma defasagem de conteúdos do ensino médio, dificultando a continuidade da aprendizagem nas disciplinas dos cursos superiores (Brasil, 2019, p. 4).

No estudo de Kieckow, Freitas e Liesenfeld (2019) é possível observar que o sistema de ingresso das universidades particulares não identifica o estudante que apresenta dificuldades na área das exatas, e que as disciplinas básicas de Física e Matemática dos cursos de Engenharia não resolvem as dificuldades que os estudantes trazem do ensino médio. A pesquisa sugere que os docentes do ensino superior busquem estratégias pedagógicas para ensinar estes conteúdos básicos aos estudantes.

A preparação pedagógica e a psicopedagógica são necessidades a serem supridas para que o estudante tenha acompanhamento e orientação nas atividades do curso, de forma a melhorar as suas condições de permanência na educação superior, segundo as DCNs e informadas nos PPC (Brasil, 2019).

As dificuldades relacionadas ao ensino das Engenharias referem-se a gestão do tempo por parte dos estudantes, a desmotivação com o sistema tradicional de ensino, e conseqüentemente, com a forma tradicional de avaliação. Ainda no trabalho de Kieckow, Freitas e Liesenfeld (2019), no que se refere a gestão do tempo, foi apontado que mais de 50% dos estudantes precisam conciliar os estudos com o trabalho e a família, ressaltando que estudantes de cursos noturnos têm menor rendimento acadêmico, maior índice de reprovação e maior evasão. Com relação a desmotivação do ensino tradicional, os autores perceberam que de acordo com as mudanças que estão ocorrendo na educação, na tecnologia e no mercado de trabalho, não cabem mais aulas expositivas na lousa ou apresentações de *slides*, de forma tecnicista e mecânica. Se o ensino tradicional precisa ser reformulado, a avaliação tradicional também precisa ser repensada para atender a estas novas formas de ensinar e avaliar.

Contudo, há uma necessidade crescente em adotar estratégias de ensino e aprendizagem mais ativas para os cursos de Engenharia e para os cursos superiores.

O estudante deve construir o seu conhecimento, tornando-se protagonista da própria aprendizagem, que passa a ser interativa entre estudantes-professor, professor-estudantes e estudantes-estudantes. Com isso, o papel do docente não é mais o detentor do conhecimento e sim de mediador dos processos de ensino e aprendizagem, auxiliando no aprofundamento do conhecimento (Kieckow; Freitas; Liesenfeld, 2019; Silva; Tonini, 2023).

Um dos desafios relevantes para a reformulação do ensino de Engenharia está em diminuir a diferença entre os perfis de estudantes e professores. Os alunos ingressantes dos cursos superiores são de uma geração imersa no mundo das tecnologias e da internet, e os professores, em sua maioria, são formados em uma época em que as tecnologias e a internet não eram acessíveis a todos (Dias *et al.*, 2018). Esta discrepância tecnológica entre as gerações de estudantes e professores pode ser considerada um ponto negativo na vida acadêmica, devido a falta de interação entre eles, refletindo na utilização de metodologias de ensino desatualizadas no processo de ensino e aprendizagem.

Bacich e Moran (2018) afirmam que a utilização das novas tecnologias tem condições de auxiliar na inovação da educação, servindo de apoio para estas mudanças no processo de ensino e aprendizagem e que é de responsabilidade dos educadores buscarem por novas metodologias para despertar o interesse das novas gerações a partir da utilização de recursos tecnológicos disponíveis.

A importância da capacitação dos docentes nos aspectos pedagógicos, nas metodologias de ensino e aprendizagem e nas questões técnicas e tecnológicas é especialmente importante para o desenvolvimento das competências necessárias aos estudantes, futuros profissionais.

O relatório *EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition* de 2021 para o ensino e a aprendizagem do ensino superior destaca as principais tendências, tecnologias emergentes e práticas, segundo os líderes globais e painelistas do documento, e cita que a pandemia do COVID-19 transformou fortemente este cenário. Para Pelletier *et al.* (2022), a educação superior mudou significativamente em alguns aspectos importantes, de forma que se pode visualizar o futuro pós-pandemia com: (I) a adoção de modelos híbridos de aprendizagem, cujo impacto acarreta o envolvimento entre professores e alunos por meio da experiência de aprendizado que transforma fundamentalmente as abordagens tradicionais de ensino; (II) o aumento do uso de tecnologias de aprendizagem que deve ser amplamente adotada no futuro com a

descoberta de novas necessidades e novas ferramentas, levando os cursos à inovações contínuas; e (III) o desenvolvimento *on-line* do corpo docente para a utilização das tecnologias e outros recursos em sala de aula, de forma que investimentos contínuos na capacitação e aprimoramento dos professores são essenciais para garantir novas soluções para o aprendizado.

A relação entre ensino e aprendizagem é um assunto discutido no ambiente acadêmico há muito tempo, associando o professor ao ensino e o aluno a aprendizagem. Ao mudar a ênfase do ensino para a aprendizagem, busca-se compreender o que os estudantes precisam fazer para aprender e como os professores podem auxiliá-los (Marín, 2022; Tang, 2023).

Para identificar as necessidades relacionadas à aprendizagem nos cursos de Engenharia, esta pesquisa investigou teorias, metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem, com o intuito de identificar quais as abordagens educacionais e quais os recursos tecnológicos estão sendo utilizados pelos docentes para envolver e engajar ativamente os estudantes, buscando alcançar os objetivos das disciplinas curriculares e as competências necessárias aos discentes.

2.1.2 Teorias de Aprendizagem Subsidiadoras

Uma teoria de ensino ou de instrução considera o conhecimento como algo que pode ser transmitido, em sua forma abstrata, de uma pessoa para outra. Ou seja, o papel do professor é fornecer o conhecimento pronto para seus alunos. Já uma teoria de aprendizagem enfatiza o processo pelo qual assimila-se conhecimentos de forma concreta e se favorece dos seus resultados. O professor precisa criar um ambiente em que a aprendizagem aconteça de forma ativa, envolvendo os estudantes na busca pela resolução de problemas reais e de forma colaborativa.

2.1.2.1 Construcionismo e Seymour Papert

Seymour Papert foi um educador entusiasta que transitou por diversas áreas do conhecimento, da Filosofia à Matemática, e sua maior contribuição foi com relação à introdução dos computadores na educação. Em sua obra mais importante, *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*, publicada em 1980 nos EUA, ele apresenta uma forma inovadora de utilizar o computador como recurso de

aprendizagem e discorre como o computador pode mudar a forma das pessoas pensarem e aprenderem. Na obra “Logo: computadores e educação de 1988”, o autor critica a forma como o computador estava sendo utilizado na educação, especialmente nos EUA, sob uma perspectiva instrucionista, afirmando que: “é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos” (Papert, 1988, p.18). Papert ressalta que é a criança que está no controle e não o computador, de forma que “ao ensinar o computador a ‘pensar’, a criança ‘embarca’ numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa” (Papert, 1988, p. 35).

Papert reconheceu as potencialidades do computador como um recurso de aprendizagem para as crianças, não apenas para aprender a programar, mas também para aprender e construir as competências necessárias em outras áreas do conhecimento por meio da programação, fato que não havia sido percebido por outros estudiosos, e por isso, chamou a teoria de Construcionismo. Ele criou a linguagem de programação LOGO com o objetivo de ensinar programação para crianças de forma a estimular a pensar por si mesmas, utilizando o potencial criativo do computador para tornarem-se protagonistas da sua aprendizagem (Pasqual Junior, 2020).

Um elemento importante para o Construcionismo é o valor dado ao envolvimento, ao sentimento e ao engajamento dos estudantes. Para Kafai e Resnick (1996),

O construcionismo é ao mesmo tempo uma teoria de aprendizagem e uma estratégia para a educação. Baseia-se nas teorias "construtivistas" de Jean Piaget, afirmando que o conhecimento não é simplesmente transmitido do professor para o aluno, mas ativamente construído pela mente do aluno. [...] Além disso, o construcionismo sugere que os alunos são particularmente propensos a criar novas ideias quando estão empenhados ativamente em fazer algum tipo de artefato externo, seja ele um robô, um poema, um castelo de areia ou um programa de computador que podem refletir e compartilhar com os outros. Assim, o construcionismo envolve dois tipos entrelaçados de construção: a construção do conhecimento e a construção de artefatos pessoalmente significativos⁴ (Kafai; Resnick, 1996, tradução da autora).

⁴ Constructionism is both a theory of learning and a strategy for education. It builds on the "constructivist" theories of Jean Piaget, asserting that knowledge is not simply transmitted from teacher to student, but actively constructed by the mind of the learner. [...] Moreover, constructionism suggests that learners are particularly likely to make new ideas when they are actively engaged in making some type of external artifact-be it a robot, a poem, a sand castle, or a computer program-which they can reflect upon and share with others. Thus, constructionism involves two intertwined types of construction: the construction of knowledge in the context of building personally meaningful artifacts.

O Construcionismo defende que os estudantes construam modelos mentais para entender o mundo ao seu redor, aprendam por meio da participação, usem informações que já possuem para aprenderem mais e estabeleçam conexões entre diferentes ideias e áreas de conhecimento. Esta teoria sustenta que a aprendizagem deve ser centrada no aluno e os estudantes devem ser ativos na criação de objetos do mundo real. Segundo Papert,

O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento (Papert, 1994, p.135).

Os estudos de Seymour Papert são base para projetos em muitos países que têm interesse em introduzir o computador na educação, especialmente no Brasil, motivando inúmeros projetos em parcerias com universidades, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Com o potencial da linguagem de programação LOGO, desenvolveu-se a linguagem de programação visual *Scratch* utilizando-se dos princípios dos blocos LEGO (encaixar e montar), parceria de Papert e Mitchel Resnick, ambos do *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology*. “Papert, sem dúvida, deixou um legado para o campo da informática na educação. Sua teoria Construcionista é subjacente ao construtivismo piagetiano, porém, sob a ótica construcionista, a construção do conhecimento aconteceria por meio do fazer” (Pasqual Junior, 2020).

De acordo com os pensamentos de Papert, a contribuição desta tese está na construção de um laboratório virtual com seus experimentos. Ao utilizar um computador por meio da programação, um pensamento formal ou abstrato é convertido em um pensamento concreto, uma vez que o laboratório virtual passa a existir, sendo internalizado de outra forma. Segundo Papert, em suas palavras: “minha suposição é que o computador pode concretizar (e personalizar) o formal [...]. Ele é o único a nos permitir os meios para abordar o que Piaget e muitos outros identificam como obstáculo [...] para a passagem do pensamento infantil para o pensamento adulto” (Papert, 1988).

Além disso, Papert entendia o computador como uma relevante ferramenta de aprendizagem pois viabiliza simulações e cria relações sobre o pensamento formal.

Na área da computação, por exemplo, inúmeros conceitos estão no pensamento formal e são difíceis de visualizar e aprender, mas com a ajuda do computador por meio de simulações e de modelos computacionais, tornam-se mais fáceis de compreender. O aprender para Papert é um movimento do estudante e não do professor, transformando o papel do professor como mediador da aprendizagem. De acordo com as palavras do autor, “a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, indispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (Papert, 2008, p.137).

Diante disso, pode-se perceber que o desenvolvimento da lógica e do pensamento computacional, o ensino de programação e a aprendizagem dos conteúdos curriculares das disciplinas, em qualquer nível escolar, são beneficiadas com a visão de aprendizagem para contribuir com estudantes dentro ou fora do ambiente escolar.

2.1.2.2 Aprendizagem Criativa e Mitchel Resnick

Seguindo os caminhos e ensinamentos do professor e colega Seymour Papert, Mitchel Resnick deu continuidade aos projetos desenvolvidos por eles no MIT. Atualmente, Resnick é professor em pesquisa de aprendizagem da LEGO *Papert* no *MIT Media Lab*, desenvolvendo novas tecnologias e atividades para envolver as pessoas, especialmente crianças e jovens, em experiências de aprendizagem criativas (MIT, 2024).

Resnick também é diretor do grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten* que desenvolveu o *software* de linguagem de programação visual - *Scratch*, baseado na linguagem LOGO de Papert. Este grupo de pesquisa colaborou com a LEGO *Company* no desenvolvimento de novas ideias e produtos educacionais, incluindo LEGO *Mindstorms* e kits de robótica WeDo, além do projeto *Computer Clubhouse*, uma rede internacional com mais de cem (100) centros de aprendizagem pós-escola, onde jovens de comunidades de baixa renda aprendem a se expressar criativamente com as novas tecnologias.

A motivação de Resnick (2020) no âmbito educacional consiste em ajudar os jovens a se prepararem para a vida, tornando-se pensadores criativos, permitindo que tenham a capacidade de agir e pensar de forma criativa.

Para Resnick e Rusk (2020), estimular o pensamento criativo, o raciocínio sistêmico e o trabalho em equipe são habilidades essenciais para todos os seres humanos em todos os aspectos da vida e são fatores extremamente importantes para o desenvolvimento do ensino. Além disso, os autores buscam maneiras de introduzir a codificação nas escolas, pois acreditam que, durante o processo de criação e programação, os estudantes também estão aprendendo. Além de conceitos de matemática e computação, eles aprendem também conceitos de outras disciplinas, desenvolvendo habilidades como resolução de problemas, design, colaboração e comunicação.

Segundo Resnick, tanto as escolas quanto as universidades têm muito a aprender com o jardim de infância, pois as crianças passam muito tempo trabalhando em colaboração, constroem com blocos, pintam, desenham, se relacionam e aprendem a transformar uma ideia em um projeto. E para que os estudantes e as instituições se envolvam dessa forma deve-se direcionar um modelo educacional interativo e focado em metodologias ativas de aprendizagem (Resnick, 2020).

Diante disso, a abordagem pedagógica utilizada nesta tese é baseada nas ideias de Resnick, baseado no livro “Jardim de Infância para a Vida Toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos” de 2020 que apresenta a Aprendizagem Criativa (AC) como modelo de aprendizagem para estudantes de todas as idades e níveis de ensino. O autor apresenta exemplos práticos de como a AC é estimulada nos alunos e busca envolvê-los em vários aspectos do conhecimento.

Quando as crianças brincam de construir torres com blocos de madeira, elas vão adicionando novos blocos, de forma que a torre vai ficando cada vez mais alta, até que se inclina e cai. As crianças reconstróem a torre tentando deixá-la alta e mais estável. Enquanto isso, outra criança inicia uma história sobre a torre e seus possíveis moradores, e assim, os colegas colaboram com a história, enquanto a torre continua sendo construída, e a história também. Desta forma, pode-se perceber que enquanto as crianças brincam, elas aprendem sobre estruturas e estabilidade, desenvolvem a compreensão sobre enredos e personagens, entre muitas outras coisas. E o mais relevante é que aprendem sobre o processo criativo tornando-se pensadoras criativas (Resnick, 2020, p.10-11).

A AC estabelece que o desenvolvimento da criatividade na aprendizagem por pessoas de todas as faixas etárias e níveis de ensino acontece em função de uma espiral, de acordo com seis (6) aspectos do processo: Imagine, Crie, Brinque, Compartilhe, Reflita e Imagine, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Ciclo da Espiral de Aprendizagem Criativa



Fonte: <https://aprendizagemcriativa.org/sobre-aprendizagem-criativa> (2024).

No aspecto **Imagine**, os estudantes iniciam o processo pensando o que querem criar, construir, desenvolver, como em um *brainstorm*; no aspecto **Crie**, eles transformam este pensamento em ações, aplicando suas ideias nos projetos; no aspecto **Brinque**, eles experimentam e interagem com suas criações; em **Compartilhe**, partilha-se ideias, colaborando com os colegas, trocando informações entre si ou em grupos; no aspecto **Reflita**, os estudantes repensam o que fizeram e aprenderam até o momento e durante o processo, aperfeiçoam suas criações, retomando o ciclo da espiral de aprendizagem no aspecto Imagine, pensando em novas ideias e com novas orientações para aprimorar suas criações.

A espiral da AC não termina em um único ciclo. A cada novo ciclo, os estudantes evoluem no processo de aprendizagem surgindo novas ideias e melhorias para o próximo ciclo. A cada repetição da espiral surgem novas possibilidades para auxiliá-los no desenvolvimento da AC (Resnick, 2020).

Para apoiar os estudantes a trabalharem em projetos e desenvolverem habilidades específicas usando determinadas tecnologias e recursos, é preciso fazer com que eles desenvolvam técnicas para construir projetos criativos. Desta forma, Resnick sugere dez (10) dicas para direcionar os estudantes a se desenvolverem em uma sociedade criativa:

1. Comece simples - iniciar projetos simples, testar e continuar acrescentando extensões e melhoramentos;

2. Trabalhe em algo que goste - trabalhando em algo de que se gosta, trabalha-se mais e por mais tempo, persistindo diante dos desafios;
3. Se não tiver ideia do que fazer, explore um pouco - a pesquisa e a exploração de novos materiais e projetos ajudam na criatividade e no surgimento de novas ideias;
4. Não tenha medo de experimentar - para ser um pensador criativo, é preciso experimentar, tentar coisas novas e diferentes, os erros estimulam os acertos;
5. Encontre um amigo para trabalhar e compartilhar ideias - o compartilhamento e colaboração são importantes para o processo de aprendizagem;
6. Não há nada de errado em copiar (para ter uma ideia) - pode-se remixar projetos, contando que se dê crédito aos autores originais e se acrescente novas ideias ao mesmo;
7. Guarde suas ideias em um caderno de rascunhos - ver a documentação dos seus projetos é uma forma de lembrar como foi construído e ter ideias de como melhorá-las;
8. Monte, desmonte e monte de novo - é interessante realizar inúmeras tentativas até encontrar a mais adequada;
9. Muitas coisas podem dar errado; prenda-se a isso - ser persistente é importante, mas precisa-se de estratégias para seguir adiante;
10. Crie suas próprias dicas de aprendizagem - perceba a sua própria aprendizagem, refine-as e compartilhe com outras pessoas (Resnick, 2020, p.150-155).

Para que os professores estimulem a criatividade nos seus estudantes, Resnick sugere dez (10) dicas e deixa-os livres para criar as suas próprias estratégias. Para cada elemento do ciclo da espiral da AC, o autor sugere duas (2) dicas:

1. Imagine
 - a. Mostre exemplos para despertar ideias - apresentar exemplos de projetos, inspira interesses e estimula novas ideias, demonstrando as possibilidades que o recurso oferece;
 - b. Incentive a exploração livre - explorar materiais físicos também auxiliam no processo criativo de novas ideias;
2. Crie

- a. Forneça materiais diferentes - para realizar atividades criativas é necessário que os estudantes tenham acesso a diversos tipos de materiais, para desenhar, construir e manipular;
- b. Abrace todas as formas de fazer - aprender o processo de *design* criativo é engajar-se em diversas formas de fazer diferentes projetos;

3. Brinque

- a. Enfatize o processo, não o produto - as melhores experiências de aprendizagem estão no processo de fazer algo. Incentivar a experimentação e valorizar os projetos que não deram certo, da mesma forma que valorizar os que deram certo, é uma forma de engajar ativamente os estudantes no processo criativo;
- b. Aumente o tempo para projetos - limitar o tempo de se construir projetos em períodos de aula no ambiente escolar pode desmotivar os estudantes. Estimular horários fora da sala de aula, pode fomentar ainda mais o processo criativo dos projetos;

4. Compartilhe

- a. Faça o papel de “casamenteiro” - o professor pode auxiliar os estudantes a encontrarem outros estudantes, unindo pessoas com interesses parecidos ou complementares para trabalharem de forma colaborativa;
- b. Envolver-se como colaborador - o professor pode colaborar com os alunos nos projetos, fortalecendo sua relação com os mesmos, de forma respeitosa e educada;

5. Reflita

- a. Faça perguntas (autênticas) - fazer perguntas relacionadas aos projetos geram reflexões nos estudantes que intuitivamente reconhecem o que pode ter dado errado, buscando respostas para resolver o problema;
- b. Compartilhe as próprias reflexões - discutir e demonstrar as próprias reflexões é muito importante para os alunos, pois eles precisam saber que refletir é difícil para todas as pessoas, mas, auxilia na forma deles trabalharem em projetos e tentarem resolver os problemas (Resnick, 2020, p.155-160).

Para os *Designers* e desenvolvedores de projetos, Resnick propõe dez (10) dicas relevantes para o processo de construção. São elas:

1. *Design para Designers* - a melhor experiência de aprendizagem acontece quando os estudantes-desenvolvedores são ativos e envolvidos para projetar, criar e se expressar. O foco desta dica, é possibilitar;
2. Apoie pisos baixos e tetos altos - iniciar com projetos simples, visualizando possibilidades de torná-los complexos;
3. Amplie as paredes - criar diferentes possibilidades dentro de um projeto, neste caso, de experimentos virtuais, ampliam diferentes formas de aprendizagem;
4. Conecte interesses e ideias - motivar a exploração e a experimentação de forma que se façam conexões com ideias produtivas para o dia a dia;
5. Priorize a simplicidade - quanto mais simples os recursos, mais fáceis de compreender e mais versáteis são as formas de promover a criatividade;
6. Conheça (profundamente) as pessoas para quem você cria - observar e perguntar para os usuários dos projetos, o que querem, precisam e pensam;
7. Invente coisas que você mesmo quer usar - trabalha-se melhor como *designer* quando se gosta de usar o projeto que está desenvolvendo;
8. Monte uma pequena equipe de *design* multidisciplinar - trabalhar em grupo, todos auxiliam no desenvolvimento, seja na programação, no conteúdo disciplinar, entre outros, de forma que o *design* fique intuitivo, interativo e interessante;
9. Controle o projeto, ouça a voz do povo - o projeto deve ser coerente, interativo e integrado, necessitando de contribuições de várias pessoas a fim de identificar e corrigir problemas que possam ocorrer;
10. Repita, Repita e Repita de novo - mesmo como desenvolvedores, necessita-se ajustar, modificar, rever, reorganizar muitas vezes até que se construa um protótipo e partir de então, observar outras pessoas utilizando-o, novas ideias irão surgir a fim de atingir o objetivo do projeto final (Resnick, 2020, p. 161-167).

Na estratégia de ensino e aprendizagem construída para esta tese, os próprios estudantes de Engenharia são os *designers* e desenvolvedores dos experimentos do laboratório virtual. Os alunos passam a ser agentes do seu processo de aprendizagem e desenvolvedores de novas tecnologias. E para isso, disponibilizou-se um material didático com orientações, sugestões, videoaulas, atividades, incluindo as dicas adaptadas de Resnick (2020) para auxiliá-los no planejamento e na construção dos seus experimentos virtuais.

2.1.3 Metodologias Ativas

As metodologias direcionadas para a educação representam técnicas, procedimentos, estratégias e processos usados pelos docentes durante as aulas, a fim de auxiliar na aprendizagem dos discentes.

São consideradas ativas quando os estudantes são envolvidos em práticas pedagógicas que estimulam a autonomia e que dão a possibilidade de criar situações de aprendizagem para que possam aprender na prática. As características das metodologias ativas são, estimular o pensar no que fazem e construir conhecimentos de acordo com os conteúdos curriculares abordados nas atividades, desenvolver o pensamento crítico, refletir sobre as práticas realizadas, dar e receber *feedback*, aprender a colaborar e trabalhar em grupo, além de explorar atitudes e valores pessoais (Bacich; Moran, 2018).

O processo de ensino e aprendizagem vem se transformando e as tecnologias digitais têm um papel importante nessa transformação pois auxiliam na utilização de novas estratégias e promovem a descentralização da sala de aula e a agilidade no acesso às informações, além de despertar a curiosidade e a motivação para o desenvolvimento do conhecimento e das aprendizagens técnicas, de forma que o estudante se torne o protagonista do próprio aprendizado. As tecnologias podem ser consideradas um dos eixos dessas novas metodologias pois são recursos relevantes nas instituições de ensino (Bacich; Moran, 2018). A Figura 2 demonstra os principais eixos das metodologias ativas de ensino.

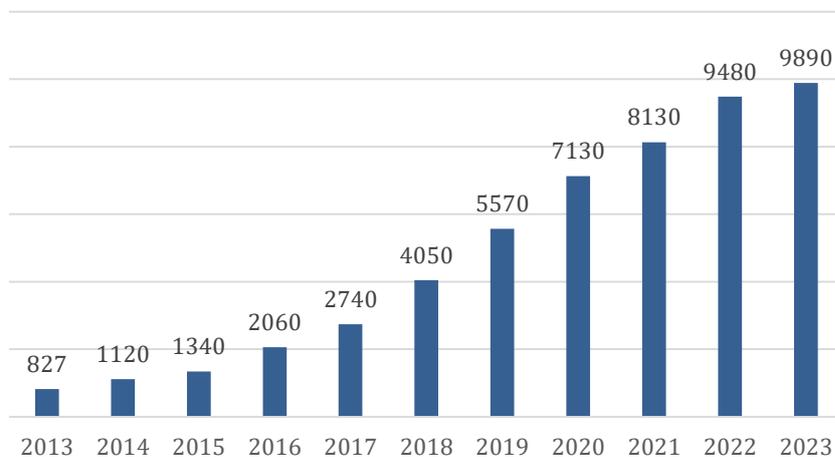
Figura 2 - Processo de Ensino e Aprendizagem: Metodologias Ativas



Fonte: Adaptado de Andrade, Vasconcellos e Martins (2020).

As metodologias ativas não são atuais. Elas são estudadas desde que surgiram no século XIX. Porém, a novidade está na conexão do processo educativo com os recursos tecnológicos (Santos; Castaman, 2022). Diante desse contexto, nos últimos dez anos (2013 a 2023) houve um crescimento significativo nas publicações cujos títulos dos estudos se referem às metodologias ativas. Para comprovar este aumento realizou-se uma pesquisa rápida no buscador *Google Acadêmico*⁵ com a seguinte palavra-chave: “metodologias ativas”, entre aspas, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Pesquisa da expressão “metodologias ativas”



Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado demonstra uma evolução crescente de nove mil e sessenta e três (9.063) estudos publicados neste período. Pode-se constatar que docentes e pesquisadores estão cada vez mais pesquisando, publicando e colocando em prática estratégias de ensino e aprendizagem ativas que buscam inovar a educação de maneira geral, reformulando a dinâmica de sala de aula.

Para Bacich e Moran (2018),

A aprendizagem mais profunda requer espaços de prática frequentes (aprender fazendo) e de ambientes ricos em oportunidades. Por isso, são importantes o estímulo multissensorial e a valorização dos conhecimentos prévios para “ancorar” os novos conhecimentos (Bacich; Moran, 2018, p.3).

⁵ Ferramenta que possibilita a pesquisa a localização de artigos, teses, dissertações e outras publicações úteis para pesquisadores.

No entanto, o papel do professor mudou, passando a auxiliar os estudantes ao longo de todo o processo de aprendizagem, motivando, estimulando e aprofundando os conhecimentos. Os autores complementam:

Os processos de aprendizagem são múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais. O ensino regular é um espaço importante pelo peso institucional, anos de certificação e investimentos, mas convive com inúmeros outros espaços e formas de aprender mais abertos, sedutores e adaptados às necessidades de cada um (Bacich; Moran, 2018, p.3).

Para reformular e atualizar a educação, as metodologias ativas possibilitam transformar aulas tradicionais e expositivas em experiências de aprendizagem motivadoras e engajadoras, já que os estudantes, imersos nas tecnologias, necessitam de práticas inovadoras para tornarem-se profissionais competitivos no mercado de trabalho, criando e usando a ciência e a tecnologia como recursos para o seu desenvolvimento profissional.

2.1.3.1 Metodologias Ativas no Ensino Superior

As metodologias ativas são consideradas tendências relevantes pela comunidade acadêmica pois apresentam inúmeras vantagens para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias aos estudantes e futuros profissionais do século XXI.

Para Filho, Nunes e Ferreira (2020) é por meio das metodologias ativas que os estudantes promovem a autonomia para conduzir e acelerar a sua própria aprendizagem, de forma crítica e reflexiva, proporcionando o desenvolvimento das competências socioemocionais.

Existem algumas barreiras a serem superadas na implantação das metodologias ativas no ensino superior. Pode-se citar, a resistência do corpo docente e/ou colaboradores da IES, a falta de tempo e/ou de conhecimento para elaboração de planos de aulas, a carência de acesso a tecnologias, dispositivos e conexão por parte das instituições, a falta de capacitação docente, a inclusão de equipamentos e dispositivos em sala de aula, a diversidade e engajamento dos estudantes, turmas numerosas, entre outras (Minuzi *et al.*, 2022).

Para que a utilização das metodologias ativas seja um processo assertivo e eficaz, necessita-se de (i) treinamento e/ou capacitação dos docentes, pela sua IES; (ii) que o processo avaliativo seja repensado de acordo com as novas dinâmicas de ensino, atuando colaborativamente; (iii) que a troca de *feedbacks* entre professores e estudantes deve ser constante, a fim de que os professores busquem por modelos de aulas mais efetivas e os estudantes construam seus objetivos acadêmicos; (iv) a comunicação e os processos educacionais necessitam de um aporte tecnológico sólido, por meio de plataformas *on-line* e canais de mensagem para que aconteça a interação entre discentes, docentes, o grupo e as IES (Saraiva, 2022).

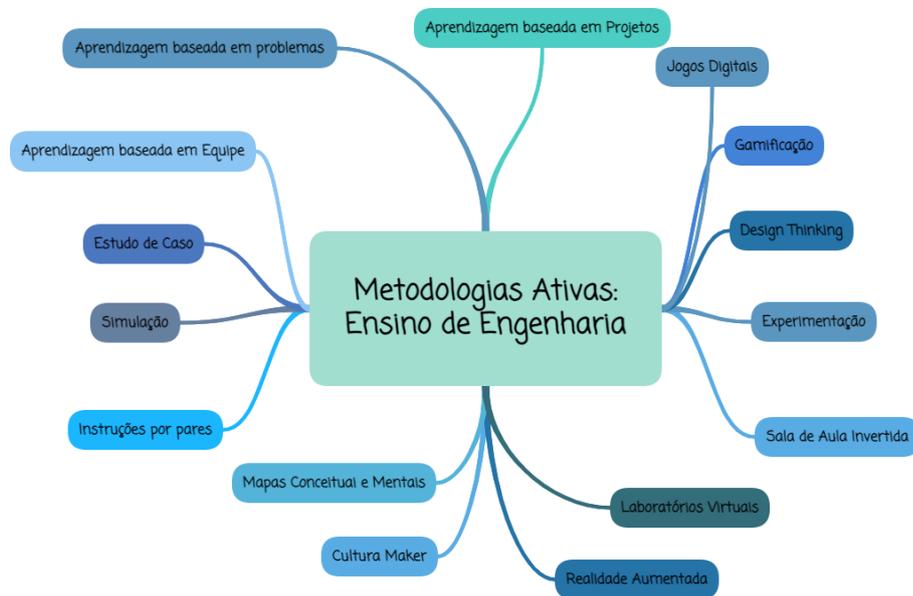
Um fator importante para o sucesso do uso das metodologias ativas é a postura participativa do estudante. Com uma turma engajada e com maior *feedback* sobre o aprendizado, os professores conseguem buscar novas ações para resolver possíveis dificuldades que os estudantes possam ter, pois são identificadas com mais rapidez. Já para as IES, há um maior reconhecimento dos estudantes no mercado de trabalho e, conseqüentemente, um aumento da atração, captação e permanência dos mesmos nos cursos superiores (Kieckow; Freitas; Liesenfeld, 2019; Silva; Tonini, 2023).

Diversas metodologias ativas com o potencial de desenvolver o perfil, as competências e habilidades dos futuros engenheiros são elencadas pelas DCNs. Segundo Santos e Castaman (2022) uma diversidade de estratégias é elencada como metodologias ativas, sendo as mais divulgadas: Aprendizagem baseada em Problemas (*Problem based Learning*), Aprendizagem baseada em Projetos (*Project based Learning*), Gamificação (*Gamification*), Sala de Aula Invertida (ou Aprendizagem Invertida), Instrução por Pares (*Peers Instruction*), Cultura Maker e o *Storytelling*. Outros autores acrescentam, a Aprendizagem baseada em Equipe (*Team based Learning*), Ensino Híbrido, o Estudo de Caso (*Case Study*), a Rotação por Estações, Dramatização, Avaliação por Pares, Mapas Conceituais, Aprendizagem Criativa, Laboratórios Virtuais, entre outros (Daciolo, 2022; Silva; Oliveira, 2022; Vidotto *et al.*, 2022; Reddy, 2023; Cirino *et al.*, 2024).

Pesquisas vêm sendo publicadas no que tange a utilização das metodologias ativas na educação superior: a Gamificação (Lopes; Mesquita; Tavares, 2019; Michels; Paz; Ferreira, 2019; Martins, 2022; Silva, 2024; Freire; Santos; Silva, 2024); a Aprendizagem Invertida (Masson *et al.*, 2018; Bard, 2019; Freitas, 2020; Vilela, 2023; Del Ríó *et al.*, 2024); a Aprendizagem baseada em Problemas (Martins; Concílio; Guimarães, 2018; Freitas; Fortes, 2020; Stoffel; Piemolini-Barreto; Silva,

2020; Cardoso; Fernandes; Junior, 2023; Vanin; Takeda; Lourenço, 2024); a Aprendizagem baseada em Projetos (Silva; Salgado, 2019; Venturini *et al.*, 2019; Serrano; Serrano; Sales, 2021; Lima *et al.*, 2023b; Rocha; Rodrigues; Rocha, 2024); *Design Thinking* (Guimarães, 2020; Cirilo; Silva; Leão, 2021; Pereira *et al.*, 2023; Silva, 2024), Jogos Digitais (Evangelista *et al.*, 2018; Cortez, 2019; Vidotto; Pozzebon; Tarouco, 2022; Ávila; Andrade, 2023; Luiz *et al.* 2024), entre outros. A Figura 4 apresenta as diversas metodologias ativas que estão sendo utilizadas nos cursos de Engenharia.

Figura 4 - Metodologias ativas utilizadas no Ensino de Engenharia



Fonte: Elaborado pela autora.

As estratégias sinalizadas pelos estudantes como possibilidades de interesse são os produtos educacionais, os kits didáticos, as práticas experimentais para laboratórios, o uso de mídias, os jogos virtuais, as simulações computacionais, os softwares de Engenharia e a criação de objetos digitais de aprendizagem (Kieckow; Freitas; Liesenfeld, 2019; Silva; Tonini, 2023).

Na próxima seção é descrita a Aprendizagem baseada em Problemas (ABP), seguida da apresentação da metodologia construída para a tese, que é a combinação da ABP e da AC para a utilização na estratégia de ensino e aprendizagem proposta.

2.1.3.2 Aprendizagem baseada em Problemas

A Aprendizagem baseada em Problemas (ABP) teve sua origem no final dos anos 60, no curso de Medicina da Universidade de *McMaster* no Canadá, inspirados nos estudos de caso da escola de Direito da Universidade de *Harvard* (EUA) na década de 20 (Schmidt, 1993), e no método utilizado na Universidade *Case Western Reserve* (EUA) no ensino de Medicina dos anos 50 (Savery e Duffy, 1995; Boud e Feletti, 2013). Nesta época, a ABP tinha o objetivo de aproximar os estudantes de situações problemas, desde o início do curso, para desenvolver a lógica-crítica nos cursos de Medicina. A partir de então, sua utilização tem ocorrido em outras áreas do conhecimento (incluindo Engenharias), em outros níveis de ensino (fundamental e médio) e em várias disciplinas curriculares.

Diante deste contexto, seus princípios podem ser vistos nas teorias e estudos de educadores e pesquisadores, tais como Bruner, Dewey, Rogers, Ausubel, Paulo Freire, entre outros. Segundo Casale (2013, p. 33), a ABP é uma metodologia de ensino e aprendizagem ligada à

Teorias educacionais como a cognitiva e a construtivista [e] estão relacionadas à abordagens indutivas de ensino. Métodos indutivos promovem a adoção da aprendizagem profunda, desenvolvimento intelectual, pensamento crítico, habilidades de aprendizagem autônoma, permitindo uma maior compatibilidade com as características desejáveis na formação do perfil profissional do engenheiro (Casale, 2013, p.33).

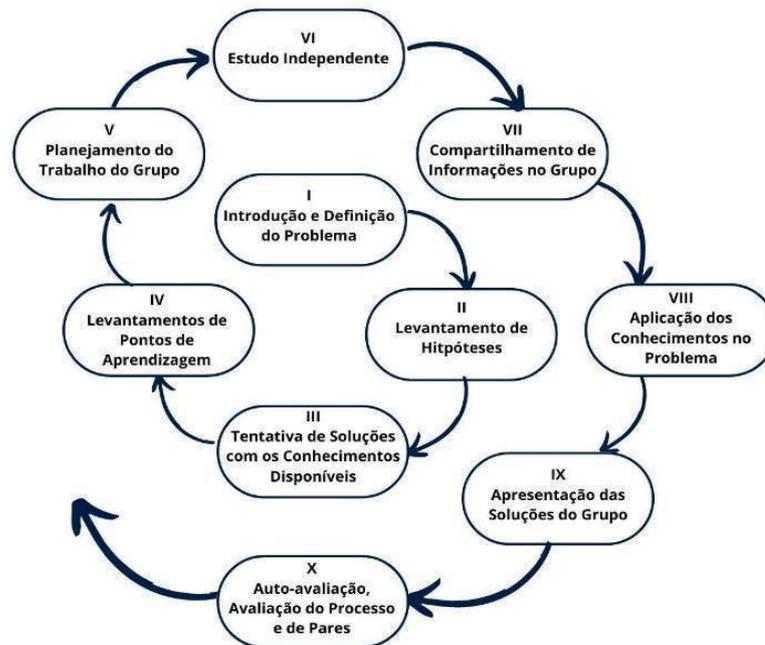
Os fundamentos da ABP baseiam-se em preceitos educacionais, os quais demonstram que a aprendizagem não é um processo passivo de acúmulo de informações, mas de construção de conhecimento. E para que isso ocorra, é preciso ativar as estruturas cognitivas existentes a respeito do tema, permitindo que os estudantes as elaborem e as ressignifiquem (Casale, 2013; Ribeiro, 2022).

Os modelos de ABP utilizados em cursos de Arquitetura e Engenharia são diferentes pelo fato de que os processos de resolução de problemas serem mais complexos e os resultados possuírem mais de uma solução, originando, geralmente, na construção de um artefato concreto, como por exemplo, uma maquete, um protótipo, um *software*, entre outros. Esse processo pode necessitar de mais tempo e implicar conhecimentos conceituais e procedimentais mais difíceis de serem

desenvolvidos autonomamente, em tempo hábil, com o período de formação dos estudantes (Silva; Tonini, 2023).

Na Figura 5, apresenta-se resumidamente e de forma genérica, o processo da ABP, compondo um ciclo de trabalho com problemas.

Figura 5 - Ciclo da Aprendizagem baseada em Problemas



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2008).

O ciclo da ABP inicia-se com (I) a apresentação e definição do problema, pois auxilia os estudantes que têm dificuldades em solucioná-los, por não conseguirem defini-los; (II) com o suporte do professor, discute-se e levantam-se hipóteses a respeito das possíveis causas do problema; (III) analisam-se as hipóteses, comparando-as com os dados encontrados nos problemas, buscando resolvê-los com os conhecimentos prévios; (IV) os estudantes levantam questões de aprendizagem (conceitos, teorias, etc.) necessárias para encontrar uma possível solução, planeja-se o (V) trabalho em grupo; (VI) busca-se por conceitos e informações de forma autônoma e (VII) compartilha-se com outros estudantes, aplicando conhecimentos construídos na resolução do problema até encontrar uma solução que o grupo considere aceitável (VIII); (IX) constroem-se algo concreto (relatório, projeto, planta, maquete, vídeo, pôster, entre outros) para apresentar ao professor, avaliador e outros grupos de estudantes; (X) finaliza-se o ciclo, com o processo avaliativo do produto, do trabalho em grupo, do seu desempenho e dos demais participantes da equipe. A

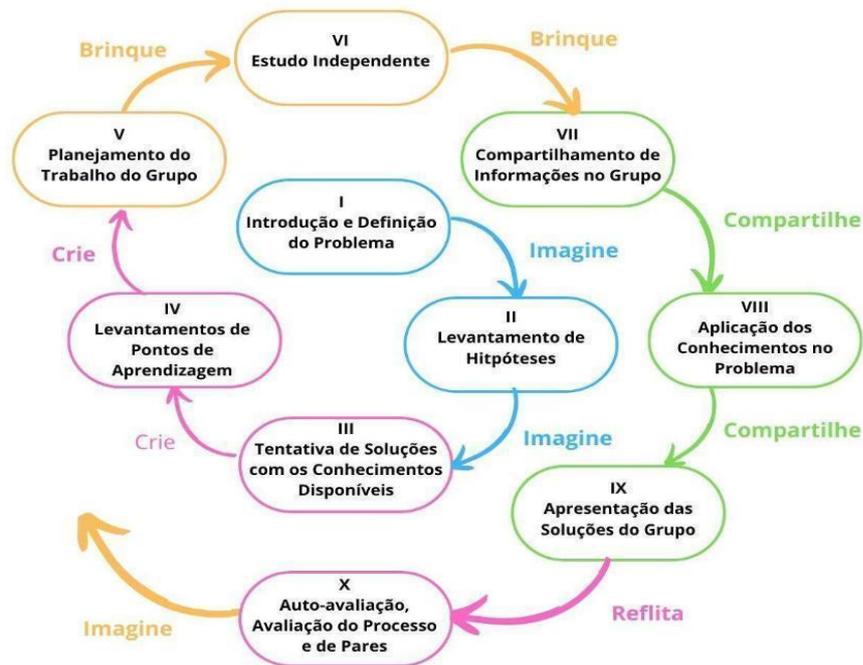
avaliação de pares e a auto avaliação são essenciais para o desenvolvimento da capacidade metacognitiva e a progressão da aprendizagem autônoma (Ribeiro, 2022). Vale ressaltar que, o ciclo da ABP pode ser alterado conforme os objetivos do professor ou do componente curricular.

Existem alguns desafios para aplicar a ABP em cursos de Engenharias ou em cursos superiores. Primeiramente, ela não abrange os estilos de aprendizagem, como por exemplo, estudantes individualistas, introvertidos e competitivos, por não se adaptarem ao processo. Outra dificuldade é o aumento do tempo dedicado ao estudo, que pode durar mais do que normalmente ocorre no período padrão. Essa abordagem é processual e dinâmica e o fato de não se prever o fechamento do planejamento pode fazer com que os professores e gestores a considerem um obstáculo na prática do processo educacional (Ribeiro, 2022; Silva; Tonini, 2023).

2.1.3.3 Metodologia AC/ABP

Nesta tese, combinam-se os conceitos e princípios da Aprendizagem Criativa (descritos no Capítulo 2) com os fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas, para aprimorar a abordagem pedagógica a ser aplicada com os estudantes de Engenharia. Verificou-se que, além das semelhanças entre as duas abordagens, juntas elas são capazes de permear a capacidade dos estudantes em reforçar os conceitos dos conteúdos estudados, reconhecer e resolver problemas do cotidiano, estimulando a criatividade, a colaboração e a motivação. A Aprendizagem Criativa foi escolhida devido ao fato de o recurso tecnológico a ser utilizado para a construção dos experimentos virtuais ter sido desenvolvido com base nessa metodologia, enquanto a Aprendizagem Baseada em Problemas foi selecionada por ser amplamente utilizada nos cursos de graduação em Engenharia. A Figura 6 apresenta o ciclo da estratégia de ensino e aprendizagem construída para esta pesquisa.

Figura 6 - Aprendizagem AC/ABP



Fonte: Derivado da Espiral da Aprendizagem Criativa de Resnick (2020) e de Ribeiro (2008).

As etapas I e II (**cor azul**) buscam introduzir e definir o problema, levantando hipóteses, assim como, no aspecto Imagine; nas etapas III e IV (**cor rosa**), há a tentativa de possíveis soluções com conhecimentos prévios, visualizando os pontos de aprendizagem, idem ao aspecto Crie; nas etapas V e VI (**cor laranja**), ocorre o planejamento do trabalho em grupo e estudo independente, conforme o aspecto Brinque; nas etapas VII, VIII e IX (**cor verde**), compartilha-se informações com o grupo, aplica-se possíveis aprendizados e apresenta-se soluções, segundo o aspecto Compartilhe; e na etapa X (**cor rosa claro**), verifica-se a autoavaliação, a avaliação do processo e avaliação por pares, bem como, no aspecto Reflita. Da mesma forma, o ciclo pode ser reaplicado para alcançar os objetivos do processo de aprendizagem.

A partir da metodologia construída, a estratégia de ensino e aprendizagem foi planejada e delineada para contemplar as etapas do ciclo e atingir os objetivos de aprendizagem, como pensar e criar projetos, desenvolver a criatividade e as competências, levantar hipóteses e resolver problemas, trocar informações e conhecimentos, utilizar seus interesses para tornar a aprendizagem motivadora. No Quadro 2, é descrito o uso da metodologia AC/ABP durante a aplicação prática dos estudantes de Engenharia.

Quadro 2 - Etapas da aplicação da metodologia AC/ABP

Metodologia AC/ABP		
Ciclo AC	Etapas da ABP	Abordagem na Atividade
Imagine	Introduz e define o problema	Apresenta-se a atividade aos estudantes para que eles entendam o desenvolvimento dos experimentos virtuais
	Levanta hipóteses	Estudantes levantam algumas suposições de como poderá ser a construção dos experimentos virtuais
Crie	Possíveis soluções com conhecimentos prévios	Ter ideias, com base no seu conhecimento inicial, do conteúdo da disciplina e como poderá ser o projeto do experimento virtual
	Pontos de aprendizagem	Reconhecer seu conhecimento prévio, identificando seus pontos de aprendizagem para possível construção do projeto
Brinque	Planejamento do trabalho em grupo	Em grupo, os estudantes planejarão o delineamento do projeto do experimento, buscando temas dos seus interesses
	Estudo independente	Nos momentos dos estudos individuais, haverá atividades para desenvolver a criatividade e o lúdico (atividades no AVA)
Compartilhe	Compartilha-se informações com o grupo	Momentos de troca de informações sobre a pesquisa e suas descobertas com o estudo pelo AVA
	Aplica-se possíveis aprendizados	Realizar testes no <i>Scratch</i> para aplicar os aprendizados das atividades disponibilizadas
	Apresenta-se soluções	Compartilhar as soluções encontradas com o grupo
Refleta	Auto avaliação, avaliação do processo e avaliação por pares	Analisar o que foi realizado até o momento, refletindo sobre o processo de forma individual e coletiva

Fonte: Elaborado pela autora.

Seguindo a metodologia AC/ABP proposta, construiu-se uma estratégia de ensino e aprendizagem que auxilia os estudantes de Engenharia na complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares das disciplinas dos cursos, usando uma linguagem de programação visual - *Scratch* para programar experimentos em um laboratório virtual, permitindo a participação ativa do estudante no processo, desenvolvendo a autonomia, o protagonismo, a criatividade, o trabalho colaborativo,

a resolução de problemas, o pensamento crítico e reflexivo, competências indicadas pelas DCNs aos futuros profissionais da área.

2.2 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

As tecnologias digitais podem auxiliar os estudantes a transformar informações em conhecimento, definindo um papel crucial da prática educacional. As ferramentas de *hardware* e *software* de acesso aberto e gratuito são um ponto importante para o avanço da aprendizagem (Boltsi *et al.*, 2024).

Nesta seção são descritas as tecnologias envolvidas na concepção da estratégia de ensino e aprendizagem desta tese: o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), a Linguagem de programação visual – *Scratch* e o Laboratório Virtual (LV).

2.2.1 Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) é uma plataforma *on-line* projetada para auxiliar no aprendizado dos estudantes. Ele fornece um espaço virtual onde professores e alunos podem interagir, compartilhar recursos educacionais, realizar atividades de ensino e aprendizado, entre outros (Miguel *et al.*, 2023). Os AVAs são amplamente utilizados na educação a distância, no ensino híbrido e no suporte ao ensino presencial, tornando o processo mais acessível e flexível e melhorando a experiência dos estudantes, como no caso desta pesquisa.

A interação e a mediação em AVA estão intrinsecamente ligadas à tecnologia, pois são facilitadas por ferramentas digitais que promovem a comunicação e a colaboração entre os participantes. Os AVAs possibilitam a criação de ambientes educacionais que aumentam a interação entre estudantes e professores, além de oferecer acesso a diversos tipos de conteúdos e recursos (Colusso, 2023).

No estudo de Lacerda e Silva (2015) discorre-se a elaboração de materiais e estratégias didáticas em um AVA para a disciplina de Física Básica. A abordagem da integração desse ambiente como ferramenta de apoio ao ensino presencial, demonstra como debater conceitos de Física e como a aprendizagem pode melhorar. A pesquisa apontou que o uso adequado do AVA pode enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, oferecendo recursos diversificados que complementam as aulas presenciais e atendem às necessidades e preferências individuais dos alunos.

Um AVA pode reunir e organizar diferentes espaços para disponibilizar informações sobre propostas pedagógicas, orientações de estudo, agenda de atividades, sugestões de bibliografia, *links* relacionados aos tópicos de estudo, além de material de apoio e recursos de comunicação. Na pesquisa de Adorno *et al.* (2022), os resultados apontam que o ambiente e suas estratégias ajudam os alunos a desenvolver autonomia e a aprender a aprender, enquanto os professores refletem sobre suas práticas pedagógicas. O AVA agregou qualidade às aulas e os ganhos foram significativos, com o conhecimento dos estudantes se estendendo ao campo profissional, ampliação do espaço da aula, trabalhos colaborativos e desmistificação da tecnologia.

Diante desse contexto, esta pesquisadora construiu um AVA na forma de um *website*, intitulado LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias⁶ para auxiliar os estudantes participantes da pesquisa na aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch* e no desenvolvimento da estratégia proposta. O AVA foi desenvolvido no *Google Sites*⁷ que é uma ferramenta gratuita e permite que os usuários criem *sites* intuitivamente, mesmo sem conhecimento avançado em *design* e programação.

No AVA, foram reunidas as informações necessárias e relevantes para o decorrer da estratégia de ensino e aprendizagem, incluindo os conceitos e os materiais didáticos para a aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch*, que foi utilizada para desenvolver e programar os experimentos virtuais propostos pela atividade. Os estudantes participantes podem acessar o AVA de qualquer lugar (*on-line*) e a qualquer momento, para que tenham flexibilidade nos estudos quando e onde for mais conveniente para eles. Isso possibilita a personalização do processo de aprendizagem, permitindo que os estudantes adaptem seus estudos aos seus próprios horários e ritmos, além de favorecer o aprendizado autogerido e autônomo. Essa acessibilidade também facilita a revisão contínua dos conteúdos e a participação em atividades colaborativas independentemente de restrições geográficas ou temporais.

Vale ressaltar que o AVA subsidiou a aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch*, já que os conteúdos curriculares utilizados para a construção dos experimentos foram lecionados e disponibilizados pela professora

⁶ AVA - LabVirt EDU Scratch nas Engenharias - <https://sites.google.com/view/scratchnasengenharias/home>

⁷ *Google Sites*: <https://sites.google.com>

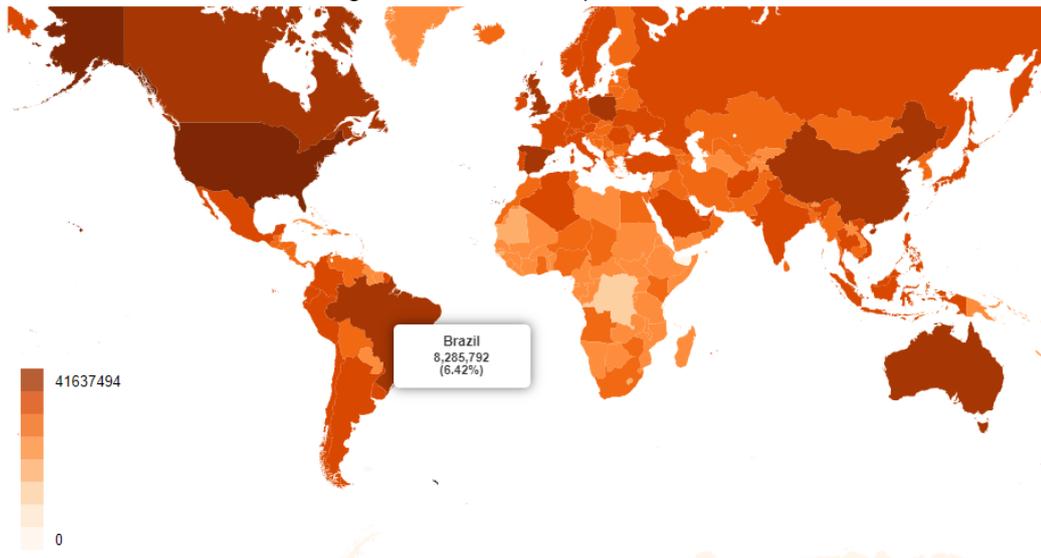
titular da disciplina, no AVA da instituição. O AVA criado para a tese é descrito em detalhes no capítulo 5.

2.2.2 Linguagem de Programação Visual – Scratch

A plataforma *Scratch* é uma ferramenta *on-line* de interface simples que permite que os seus usuários criem e programem histórias, jogos e animações digitais por meio de uma linguagem de programação visual em blocos, promovendo o pensamento computacional, as habilidades para a resolução de problemas, a aprendizagem criativa, a auto expressão, a colaboração e a equidade em computação (*Scratch*, 2024).

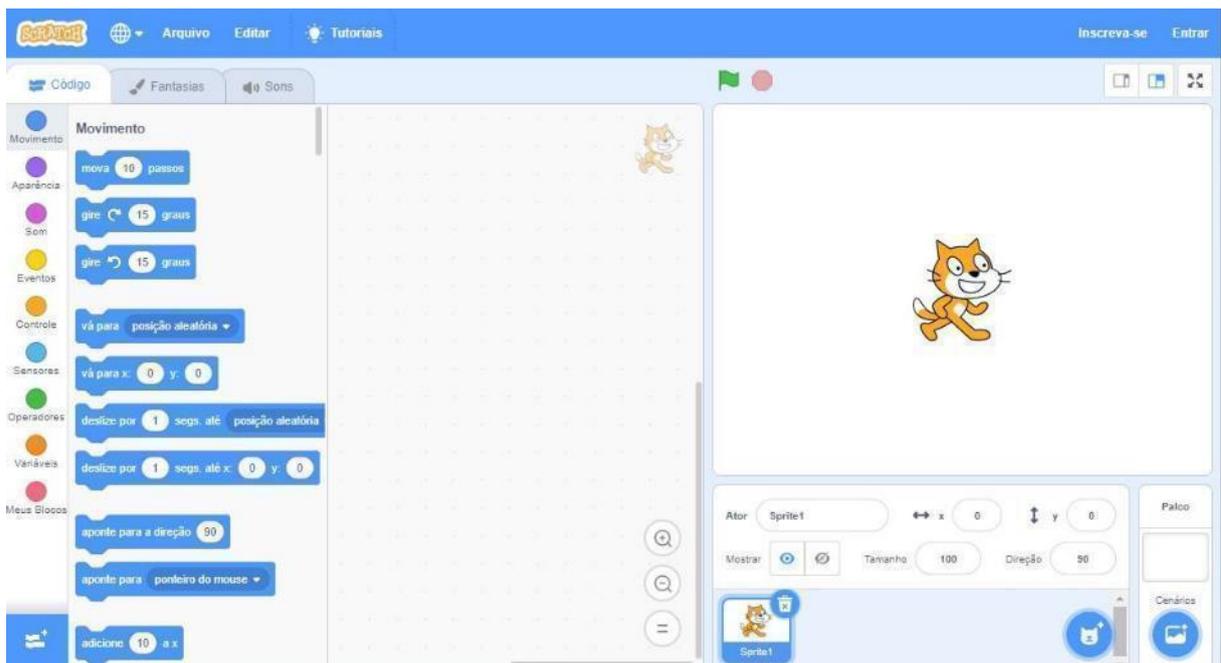
Scratch funciona como um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e permite aos seus usuários criarem programas utilizando blocos que se encaixam de acordo com sua funcionalidade, formando algoritmos (*scripts*) para auxiliar aqueles usuários que não sabem programar ou tem dificuldades com as sintaxes de outras linguagens de programação (*Scratch*, 2024). Foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten* do MIT - *Massachusetts Institute of Technology* em 1997, sendo uma evolução da linguagem LOGO concebida por Seymour Papert e sua equipe em 1967. Esta plataforma representa uma proposta de incentivo às crianças para não apenas consumirem conteúdo computacional, mas também programarem. A interface composta por blocos coloridos tem sua inspiração no sistema de montagem da LEGO, conferindo ao *Scratch* uma linguagem acessível para diversas faixas etárias. Sua utilização é adotada globalmente, contando com milhões de usuários cadastrados (135.067.023) e traduções em mais de 70 idiomas. A Figura 7 apresenta os *Scratchers* (usuários do *Scratch*) no mundo.

Figura 7 - Scratchers pelo mundo



Fonte: <https://scratch.mit.edu/statistics/> (2024).

No Brasil, são mais de 8.285.792 usuários inscritos na plataforma, sendo considerado 6,42% do total de *scratchers*. O *Scratch* é acessado por meio do link www.scratch.mit.edu, podendo ser utilizado *on-line* ou baixado para o computador em sistemas operacionais como *Windows*, *Linux* e *Macintosh*. A sua última versão até o momento é a 3.0. A Figura 8 apresenta a *interface* da plataforma *Scratch*.

Figura 8 - Interface do Scratch 3.0 *on-line*

Fonte: www.scratch.mit.edu (2024).

O grupo de pesquisa de Resnick implementou o *Scratch* baseando-se na Aprendizagem Criativa (AC) e nos quatro (4) princípios norteadores para auxiliar os usuários a se tornarem pensadores criativos. Os princípios são: I) *Projects* (Projetos): construir projetos são a base do *Scratch*. Aprende-se melhor quando se trabalha com diferentes temas, criando ideias e aperfeiçoando-os junto à comunidade *Scratchers*; II) *Passion* (Paixão): trabalha-se em projetos pelos quais se têm interesse, envolve-se mais e por mais tempo. O *Scratch* possibilita criar projetos de vários tipos como jogos, histórias, animações, simuladores, entre outros; III) *Peers* (Pares): a interação social oportuniza que as pessoas trabalhem juntas, de forma colaborativa e compartilhada, construindo experiências a partir de projetos de outras pessoas, programando e se envolvendo com a comunidade *on-line*; IV) *Play* (Pensar Brincando): o *software* permite criar experiências divertidas, testar novidades, manipular diferentes materiais, desenvolver a criatividade, tornando a aprendizagem mais prazerosa (Resnick, 2020).

Nesta tese, os estudantes utilizaram os 4P's para nortear o desenvolvimento do experimento virtual propriamente dito, pois ele será o projeto incluído na plataforma *Scratch* (Projetos), seguido da formação do grupo do trabalho para a atividade (Pares), bem como, da escolha de um conteúdo curricular da disciplina e de interesse do grupo (Paixão), e por fim, interagir com a ferramenta de forma lúdica, interativa e dinâmica enquanto aprendem (Pensar brincando).

Resnick e sua equipe afirmam que “[...] acreditamos que a melhor maneira de cultivar a criatividade seja ajudando as pessoas a trabalharem em projetos baseados em suas paixões, em colaboração com pares e mantendo o espírito do pensar brincando” (Resnick, 2020, p. 15). A Figura 9 apresenta de forma visual os 4P's, princípios norteadores para o uso do *Scratch*.

Figura 9 - Os 4 P's da Aprendizagem Criativa



Fonte: <https://aprendizagemcriativa.org/sobre-aprendizagem-criativa> (2024).

O *Scratch* abrange o processo de aprendizagem por completo, desde a criação do projeto, a experimentação permitindo errar até acertar, o compartilhamento das produções com pessoas do mundo todo e o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para a vida no século XXI (Resnick, 2014).

A fim de proporcionar o aprimoramento do raciocínio lógico e das habilidades de programação, mesmo por pessoas sem formação em computação ou que não saibam programar, a plataforma *Scratch* é classificada pelos seus autores, como sendo do tipo “*low floors and high ceiling*”. Isso significa que ela fornece maneiras fáceis de iniciar “pisos baixos”, mas também, formas de se trabalhar em projetos cada vez mais complexos “teto alto”. Além disso, foi adicionado outro aspecto que possibilita uma ampla gama de diferentes possibilidades, as “paredes largas” para apoiar a criação de vários projetos como jogos, simulações, histórias, entre outros (Resnick, 2020).

Considerado um recurso intuitivo, didático, interativo e fácil de usar, o *Scratch* disponibiliza diversas soluções multimídia, permitindo a importação de imagens, GIFs e sons provenientes da internet, o que amplia as possibilidades criativas sem a necessidade de ferramentas externas. A plataforma também oferece uma biblioteca própria com atores (*sprites*), cenários (*backgrounds*) e sons (*sounds*), fornecendo recursos diversificados para os usuários.

Além disso, o *Scratch* conta com ferramentas integradas, como um editor de imagens, que possibilita a criação e/ou manipulação de gráficos, e um editor de sons, que permite modificar recursos sonoros diretamente na plataforma. A câmera de

computadores ou *notebooks* também pode ser utilizada para capturar imagens e vídeos, que podem ser editados conforme a necessidade do usuário, tornando a plataforma ainda mais versátil e acessível.

A proposta educacional do *Scratch* baseia-se em oferecer um ambiente de programação acessível e autocontido, o que fundamenta a decisão de não integrar outras ferramentas para o desenvolvimento dos experimentos virtuais. Essa abordagem minimiza barreiras técnicas, como a necessidade de instalação de *softwares* adicionais, e promove a autonomia dos estudantes. Assim, os recursos integrados são suficientes para atender às demandas da construção de experimentos virtuais, favorecendo o foco no aprendizado de conceitos de programação e no desenvolvimento de habilidades criativas, sem sobrecarregar os estudantes com complexidades externas.

Outro benefício da plataforma é a possibilidade de remixar projetos disponibilizados, desenvolvidos e compartilhados por outros autores na plataforma. Remixar significa utilizar e modificar projetos, desde que seja dado crédito ao autor original e a outros que tenham realizado alterações significativas no remix. A equipe desenvolvedora do *Scratch* declara que por meio do remix de projetos, os usuários aprendem de maneira significativa, disseminando ideias criativas pela comunidade de *Scratchers*. Diante disso, os projetos compartilhados no *Scratch* estão sob a licença *Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Genérica (CC BY-SA 2.0)*.

Alguns projetos relevantes quanto ao uso do *Scratch* são: na formação de professores (Rocha; Basso, 2024), no ensino de programação (Coelho *et al.*, 2023; Brenda *et al.*, 2024), na robótica educacional (Silva *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2024), no desenvolvimento de experimentos virtuais (Vidotto *et al.*, 2022), na abordagem STEAM (Eggert; Asquino; Cruz, 2023), jogos digitais (Lima; Bellemain, 2023) entre outros.

Na pesquisa de Carvalho, Rodrigues e Rocha (2022) foram avaliadas as aplicações da Aprendizagem baseada em Projetos no contexto do desenvolvimento de jogos nas práticas de Engenharia de *Software*, por meio de uma revisão de literatura. O trabalho destacou o processo iterativo aplicado pelos grupos, o uso de instrumentos de avaliação alinhados com a proposta de metodologias ativas, e o *Scratch* como principal ferramenta de desenvolvimento nos cursos para o desenvolvimento de jogos (34,2%), pela sua relevância em introduzir temáticas de programação.

Coelho *et al.* (2023) relata em seu estudo que o uso da plataforma *Scratch* foi utilizado na criação de um jogo educacional desenvolvido em conjunto com três unidades curriculares do curso de Engenharia Mecatrônica. O jogo, chamado “Operação Corona”, se refere a um RPG (*Role-Playing Game*) que tem como objetivo conscientizar sobre os riscos associados à infecção pelo coronavírus e a importância das medidas sanitárias que previnem a disseminação do vírus.

Comprovando as facilidades relacionadas a usabilidade do *Scratch*, o estudo de Geraldes, Martins e Afonseca (2019) avaliou por meio do método *System Usability Scale* (SUS), um dos questionários avaliativos padronizados mais confiáveis, válidos e utilizados para sistemas computacionais onde a linguagem de programação visual *Scratch* tem como classificação, o status bom, atendendo as necessidades dos seus usuários.

Nesse contexto, a plataforma *Scratch*, por meio da linguagem de programação visual, foi escolhida para ser utilizada como recurso de programação dos experimentos virtuais propostos pela estratégia de ensino e aprendizagem desta tese, por ser amplamente utilizada para introduzir esta temática no ensino superior e nivelar os estudantes com relação a programação, sendo comprovadamente fácil e intuitiva de se aprender.

2.2.3 Laboratório Virtual (LV)

Laboratórios Virtuais (LVs) são plataformas *on-line* que simulam experimentos do mundo real e fornecem um ambiente seguro para os estudantes praticarem e aprimorarem seus conhecimentos. Esses ambientes virtuais oferecem a oportunidade de realizar simulações, desenvolver *softwares* e participar de atividades remotas onde os laboratórios físicos podem ser limitados. Os LVs quando integrados a objetivos de aprendizagem podem melhorar o desempenho dos estudantes, otimizando o processo e melhorando os resultados (Julboyev, 2023).

Os laboratórios são chamados de "virtuais" quando as atividades são realizadas em um ambiente digital, muitas vezes acessado pela internet. Eles replicam com alto grau de fidelidade às práticas realizadas em um laboratório físico (LF) cujos espaços (ambientes físicos) são devidamente equipados com instrumentos e insumos para a realização de experimentos e pesquisas científicas. Um exemplo de LV é o

*PhET Interactive Simulations*⁸ desenvolvido e mantido pela Universidade do Colorado na cidade de Denver, nos Estados Unidos da América.

No estudo de Muñoz *et al.* (2022), os laboratórios e simuladores virtuais foram amplamente aceitos pelos estudantes de Engenharia como ferramentas eficazes que facilitam o aprendizado e ajudam a alcançar as competências exigidas no ensino de Engenharia, mesmo nas modalidades *on-line*.

Para Veza *et al.* (2022) e Silva, Ribeiro e Silva (2023), ainda que os LVs não possam substituir os LFs, eles representam uma alternativa significativa para a educação em locais com acesso restrito a esses recursos. Os LVs oferecem uma forma segura e econômica de utilizar e conduzir experimentos, permitindo que os estudantes os realizem sem qualquer perigo associados ao manuseio de materiais ou equipamentos perigosos. Além disso, proporcionam uma experiência educacional complementar, proporcionando a realização de experimentos de maneira independente.

Os LVs são recursos relevantes que podem, significativamente, auxiliar na aprendizagem de conteúdos abstratos. Por meio de uma plataforma interativa e visual, eles tornam os conceitos complexos e abstratos em algo mais compreensível e acessível aos estudantes. Permitem a visualização de fenômenos que são difíceis de observar diretamente, como por exemplo, forças invisíveis em Física, reações microscópicas em Química ou processos celulares em Biologia podendo ser simulados de forma detalhada para compreender os princípios subjacentes.

No estudo de Nolen e Koretsky (2018) intitulado *Affordances of virtual and physical laboratory projects for instructional design: Impacts on student engagement*, os LV apresentam inúmeros benefícios relacionados à aprendizagem em relação ao uso dos LF correspondentes. Os resultados do estudo mostraram que a motivação e engajamento dos estudantes nos projetos com o uso de LV foi maior do que com os LF. Os estudantes demonstraram mais envolvimento, mais contribuições no aprendizado do grupo e mais interesse na resolução de problemas de Engenharia, constatando que o *design* instrucional criou diversas oportunidades para os LVs.

Para compreender o papel dos LVs e LFs na Engenharia Elétrica, Altalbe (2019) relata em sua pesquisa que o objetivo dos LVs não é substituir os LFs, já que estes são necessários na formação dos engenheiros eletricitas mas afirma que o uso

⁸ *Phet Interactive Simulations* - https://phet.colorado.edu/pt_BR/

dos LVs complementa o processo de ensino e aprendizagem. O artigo relata as vantagens dos LVs sobre os LFs que estão relacionadas às limitações físicas ou temporais, a flexibilidade de uso para os estudantes, maior tempo para a experimentação, menos salas de aula superlotadas e custos mais baixos. Quanto às desvantagens, o autor aponta a configuração, a manutenção e a integração com o curso, a falta de realismo, a ineficiência de trabalho em grupo, a manutenção dos sistemas e a falta de habilidades adequadas para resolver situações do mundo real. Diante disso, um LVs foi projetado e implementado usando as considerações dos estudantes para o seu refinamento. Os resultados demonstraram que foi positivo e promissor, quanto à complementação das práticas nos LFs, além de apresentar benefícios ao envolver os estudantes no processo desde o início, contribuindo para o desenvolvimento de diretrizes gerais para os LVs.

Em Tarouco (2019) ressalta-se que para elevar o potencial pedagógico do desenvolvimento e uso dos LVs como objetos de aprendizagem é fundamental planejar a atividade permitindo interações, oferecer contextos com desafios, realizar atividades de experimentação, testar hipóteses para promover a reflexão e exercitar o pensamento de alto nível. Assim, os estudantes que desenvolvem experimentos para LVs precisam planejar seus projetos de forma a utilizar os objetivos pedagógicos das disciplinas curriculares para que outros usuários e estudantes possam utilizá-los para aprender os conteúdos de forma ativa, efetiva e prazerosa.

No “Projeto JogAR: ensinando programação com jogos digitais e realidade aumentada para o ensino superior” de Vidotto (2019), estudantes de duas turmas de cursos distintos de Engenharia utilizaram o *Scratch* para desenvolverem jogos digitais com realidade aumentada. O objetivo da pesquisa foi a aprendizagem de conceitos introdutórios de programação. A autora afirma que os resultados foram assertivos pois os estudantes se sentiram motivados, instigados e desafiados, durante e após a atividade, demonstrando curiosidade em conhecer novas possibilidades que a linguagem de programação visual propõe, como programar outros tipos de projetos e utilizar a realidade aumentada em outras áreas do conhecimento.

Para Quiroga e Choate (2019), na pesquisa intitulada *A Virtual Experiment Improved Students' Understanding of Physiological Experimental Processes Ahead of a Live Inquiry-Based Practical Class*, foi analisada a compreensão dos estudantes do ensino superior com relação aos processos experimentais da disciplina de Fisiologia, com base em um experimento virtual antes de uma aula prática presencial. Esta

investigação demonstrou que os alunos seguem etapas experimentais sem pensar na teoria subjacente, na relação entre o procedimento experimental e nas hipóteses de pesquisa. Os resultados mostraram que os estudantes se envolveram com o experimento virtual, auxiliando-os no entendimento dos conceitos fisiológicos práticos e do projeto experimental. As evidências indicaram que os experimentos virtuais *on-line* contribuem para o desenvolvimento destas habilidades de pesquisa nos alunos, realizadas no seu próprio ritmo de aprendizagem.

No artigo *Enhancing the autonomy of students in Chemical Engineering education with LABVIRTUAL platform*, os autores Granjo e Rasteiro (2020), apresentam um estudo sobre o uso do LABVIRTUAL, com foco nos métodos pedagógicos para auxiliar o ensino de disciplinas de Engenharia Química. A pesquisa divulgou o resultado da sua utilização com alunos do 3º ano de graduação em Engenharia Química e outro no 2º ciclo do Mestrado de Engenharia Química, totalizando cento e trinta e dois (132) alunos participantes. Os métodos pedagógicos foram projetados para cumprir os objetivos instrucionais das aulas expositivas, como textos, figuras, animações, referências e *hiperlinks*. Os dados foram coletados por meio de questionários e demonstraram que 75% dos estudantes utilizaram o LABVIRTUAL durante seus cursos, dos quais 54% utilizaram frequentemente ou com grande frequência. O LV apoiou o estudo autorregulado, realizou dimensionamento de equipamentos e simulou processos químicos. Os alunos participantes registraram ser uma plataforma amigável e importante para complementar as aulas presenciais.

Durante a pandemia do COVID-19, Sherrer (2020) publicou um estudo sobre a utilização de um laboratório virtual com o intuito de explorar as reações químicas que ocorrem durante a fotossíntese para estudantes de um programa de verão, da disciplina de Bioquímica. O programa é baseado em um módulo de laboratório de fotossíntese presencial antes do surgimento da pandemia, sendo possivelmente adaptado para uso durante o ano letivo. O resultado desta prática confirmou que atividades nos laboratórios virtuais são estratégias engajadoras para estudantes de graduação em qualquer modelo de ensino, seja presencial ou remoto.

A pesquisa de Matheucci *et al.* (2021) realizou a análise pedagógica do LabHidra.com como apoio a um experimento real de hidráulica para o ensino das Engenharias. Os resultados da investigação verificaram que o LV tem caráter didático e o aluno tem autonomia de utilizar o recurso a qualquer momento, seguindo seu ritmo e sendo protagonista da sua aprendizagem. Ressalta também a importância do LV

em complementar a experimentação prática real para promover a visualização concreta dos experimentos.

Um experimento virtual chamado *Zooming in* foi projetado por Karayilan *et al.* (2021) para compor a síntese de polímeros com alto teor de enxofre no laboratório de Química Geral durante a pandemia para a disciplina de Ciências dos Materiais nas Engenharias. Os autores discutem a existência de laboratórios sobre síntese, caracterização e aplicações de polímeros, mas que são necessários experimentos fáceis de utilizar e que conectem polímeros às reações orgânicas, espectroscopia e sustentabilidade, especialmente em um ambiente virtual. Este experimento demonstrou a interdependência dos objetivos gerais de aprendizagem de Química, incluindo ligações químicas, radicais, cinética de reação, termodinâmica, cálculos estequiométricos e espectroscopia. Além disso, apresentou que o estudo vai além dos livros didáticos e recursos de palestras usando artigos de literatura. Os resultados da pesquisa mostraram que os alunos consideraram o estudo por meio do experimento muito proveitoso no que tange o entendimento de um novo conceito em um ambiente virtual de aprendizagem à distância.

Estimular os estudantes a pensarem computacionalmente e conhecerem tecnologias que os auxiliem a programar computadores para fazer tarefas cria um ambiente com inúmeras possibilidades para a aprendizagem pois proporciona a criação e a simulação de atividades, o desenvolvimento da criatividade e o uso deste conhecimento em diversas áreas. Os estudantes não serão meros usuários das tecnologias, mas sim, criadores do que eles possam imaginar (Vidotto *et al.*, 2022).

Para Hassan, Devi e Hay (2022) e Durkaya (2022), os LVs ajudam a superar os desafios de fornecer instalações laboratoriais físicas, especialmente em instituições com recursos limitados, permitindo o acesso remoto a experimentos e compartilhando recursos com uma comunidade mais ampla, reduzindo os custos operacionais. Além disso, os laboratórios virtuais tornam o aprendizado mais envolvente e eficaz, oferecendo simulações e ferramentas que facilitam a experimentação e a aplicação do conhecimento em cenários da vida real, melhorando a qualidade da educação.

Os LVs desempenham um papel importante no aprimoramento das habilidades práticas dos estudantes de engenharia, proporcionando-lhes experiência prática em um ambiente seguro e flexível. Esses laboratórios oferecem aos estudantes a oportunidade de realizar experimentos de forma individual ou colaborativa, promovendo experiências de aprendizado eficazes e interativas que melhoram suas

competências relevantes para as habilidades digitais exigidas no local de trabalho (Amish; Jihan, 2023; Salzinger *et al.*, 2023). Para o ensino remoto, os LVs se tornam essenciais para preencher a lacuna entre o conhecimento teórico e a aplicação prática, garantindo que os alunos desenvolvam uma forte compreensão dos dispositivos e equipamentos técnicos, o que é essencial para suas futuras carreiras no setor (Haase, 2022).

Para Ríó *et al.* (2024), o uso da simulação no laboratório virtual como ferramenta de metodologia ativa na disciplina de Sistemas de Controle dos cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas busca incorporar as últimas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) nos componentes práticos da disciplina. Isso visa aprimorar as formas de ensino, promovendo mais experiências práticas e trabalhos individuais, para melhorar a aquisição de conhecimento por meio de novas tecnologias. Os resultados desse estudo apontam que o uso de ferramentas de simulação nas disciplinas de Controle, como parte de metodologias ativas, é eficaz. Elas permitem a realização de laboratórios virtuais guiados, o que oferece aos alunos conhecimentos práticos, promove o desenvolvimento técnico e profissional individual e facilita o compartilhamento de experiências em grupo. Além disso, essa abordagem integra conhecimentos de outras disciplinas, como Cálculo, Programação, Física, Português e Desenho, em uma única tarefa.

Esta tese, distingue-se dos trabalhos mencionados, quando envolve os estudantes como criadores e/ou adaptadores de experimentos virtuais. Ao programarem esses experimentos, os discentes estimulam a criatividade, adquirem as competências requeridas pelas DCNs, aprimoram a capacidade de resolver problemas e promovem sua autonomia. E assim, podem complementar a aprendizagem dos conteúdos das disciplinas curriculares, preenchendo a lacuna entre teoria e prática. Contudo, o envolvimento ativo dos estudantes, não é apenas como usuários passivos dos LVs, mas também como criadores e/ou adaptadores desses laboratórios, tornando-se especialmente relevante e significativo para a aprendizagem.

Diante desse contexto, a estratégia de ensino e aprendizagem deste estudo propõe ensinar a linguagem de programação visual - *Scratch* aos estudantes de Engenharia, com o objetivo de construir e programar experimentos virtuais para um LV, utilizando-os de forma a complementar sua aprendizagem em relação ao

conteúdo curricular abordado. O LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias é composto por experimentos dos estudantes de Engenharia, e é descrito em detalhes no capítulo 5.

2.3 ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM UTILIZADAS NO ENSINO DAS ENGENHARIAS: ESTADO DO CONHECIMENTO

Para verificar as estratégias de ensino e aprendizagem e as metodologias ativas utilizadas pelos docentes dos cursos de Engenharia no Brasil, conforme um dos objetivos específicos desta tese, realizou-se uma revisão de literatura no *website* da ABENGE⁹ - Associação Brasileira de Educação em Engenharia, órgão relevante e renomado sobre Educação em Engenharia para encontrar estudos acerca das práticas docentes nas diversas IES do país. A missão da ABENGE é:

Produzir mudanças necessárias para melhoria da qualidade do ensino de graduação e pós-graduação em Engenharia e tecnologia no Brasil, contribuindo decididamente para a formação de profissionais cada vez mais qualificados e capacitados que levem o desenvolvimento e tecnologia a todos os pontos do país pelos benefícios que a Engenharia pode proporcionar a toda população (ABENGE, 2024).

A busca foi realizada nos anais da Revista de Ensino de Engenharia (REE¹⁰) no período de 2018 a 2024 e nos anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE¹¹) nos anos de 2018 a 2023, em seus respectivos websites. O período de busca no COBENGE foi diferente devido à edição de 2024, que será publicada em setembro deste ano.

A REE tem o foco e escopo na "divulgação de trabalhos abordando aspectos didático-pedagógicos, científicos, tecnológicos, profissionais, políticos e administrativos concernentes à educação em Engenharia" (ABENGE, 2024). Sua publicação é quadrimestral, mas a partir dos anos de 2020 foi divulgado um volume por ano, sendo então, analisados estudos publicados em 2018 (três volumes), 2019 (três volumes), 2020 (um volume), 2021 (um volume), 2022 (um volume), 2023 (um volume) e 2024 (um volume). Realizou-se a leitura dos títulos, palavras-chaves e

⁹ ABENGE - <http://www.abenge.org.br/index.php>

¹⁰ Revista de Ensino de Engenharia - <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge>

¹¹ COBENGE - <http://cobenge.educacao.ws/2024/>

resumos de todos os artigos. O procedimento ocorreu no próprio *website* que disponibiliza todas as edições publicadas.

O COBENGE é um evento anual promovido pela ABENGE desde 1973 e tem como missão produzir as mudanças necessárias para a melhoria da qualidade do ensino de graduação e pós-graduação em Engenharia e tecnologia no Brasil, contribuindo para a formação de profissionais qualificados e capacitados em Engenharia e tecnologia (ABENGE, 2024). Na página do COBENGE foi utilizado o recurso de busca, com os seguintes refinamentos: no campo Evento, selecionou-se o “ano do evento” a ser pesquisado; no campo Área, selecionou-se a opção “Metodologia de Ensino/Aprendizagem”; e no campo Subárea, as “Estratégias Pedagógicas”, aplicando um filtro temporal compreendendo os anos de 2018 a 2023.

Para organizar a coleta e a análise destes estudos, construiu-se uma planilha com os elementos relevantes para a revisão, como: ano de publicação, título do artigo, autores, resumo, estratégia de ensino e aprendizagem, metodologia ativa, curso de Engenharia aplicado e o *link* de acesso ao documento na íntegra.

Os critérios de inclusão dos estudos foram os que contemplavam os termos: “estratégias de ensino e aprendizagem”, “metodologias ativas”, “aprendizagem ativa” e “Engenharia”. Os critérios de exclusão foram estudos de revisão sistemática da literatura, artigos não considerados práticas docentes e aqueles que não representaram o escopo da pesquisa.

A busca na REE resultou em um total de duzentos e oitenta e quatro (284) estudos sobre estratégias de ensino e aprendizagem e metodologias nas práticas educacionais, sendo selecionados a partir dos critérios de inclusão e exclusão cinquenta e sete (57) pesquisas, sendo cinco (5) no ano de 2018, oito (8) em 2019, seis (6) em 2020, sete (7) em 2021, nove (9) em 2022, dezessete (17) em 2023 e cinco (5) em 2024.

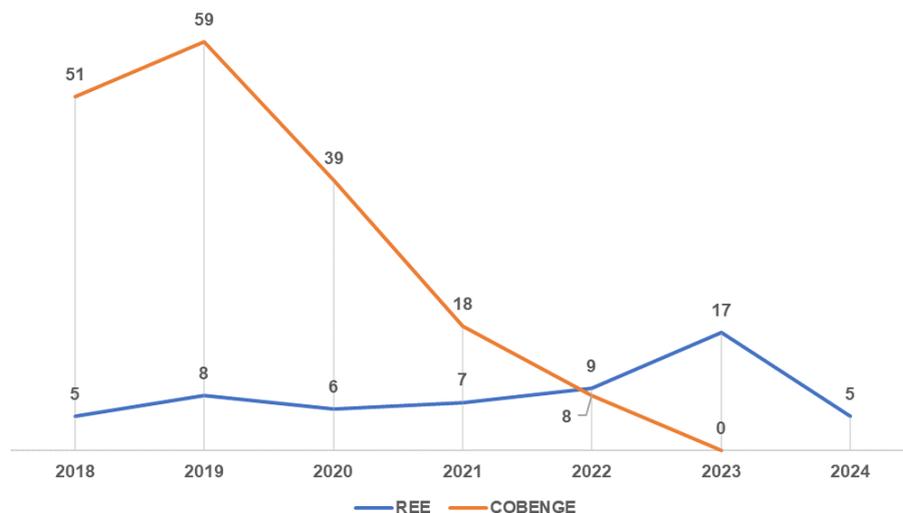
A busca no COBENGE resultou em um total de quatrocentos e trinta e sete (437) estudos, dos quais cento e setenta e cinco (175) foram selecionados. Esses estudos foram distribuídos da seguinte forma: cinquenta e um (51) em 2018, cinquenta e nove (59) em 2019, trinta e nove (39) em 2020, dezoito (18) em 2021, oito (8) em 2022, e nenhum artigo foi encontrado em 2023 utilizando a *string* de busca e os filtros definidos conforme o escopo desta revisão de literatura.

As estratégias de ensino e aprendizagem e metodologias encontradas foram: Aprendizagem baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem baseada em Projetos

(ABPj), Aprendizagem baseada em Casos (ABC), Gamificação, Jogos, *Serious Game*, Aprendizagem baseada em Equipes (ABE), Aprendizagem baseada em Desafio (ABD), Aprendizagem baseada em Experiências (ABEX), Sala de aula Invertida (SI), Instrução por Pares (IP), *Design Thinking* (DT), Aprendizagem Colaborativa e Cooperativa, Simulação, Robótica, Cultura *Maker*, Laboratório Virtual (LV), Laboratório Físico (LF), Júri Simulado, *Just in time teaching*, Portfolio Reflexivo, Rotação por Estações, *Project Model Canvas*, Estudo de caso, Mapa Mental e Conceitual, Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual, Experimentos Físicos, Laboratório *on-line* e experimental, Escrita Criativa, Debate e Projetos Experimentais. Os cursos em que foram utilizadas estas estratégias e metodologias são: Engenharias (disciplinas comuns a diferentes Engenharias), Engenharia Química, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Mecatrônica, Engenharia de Produção, Engenharia Agroindustrial Agroquímica, Engenharia de Alimentos, Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação, Engenharia de Materiais, Engenharia de Energia, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Transportes, Engenharia Aeroespacial e Engenharia Ambiental e Sanitária.

A Figura 10 ilustra a quantidade de estudos encontrados nas bases da REE (2018 a 2024) e do COBENGE (2018 a 2023).

Figura 10 - Quantitativo dos estudos na REE e no COBENGE.

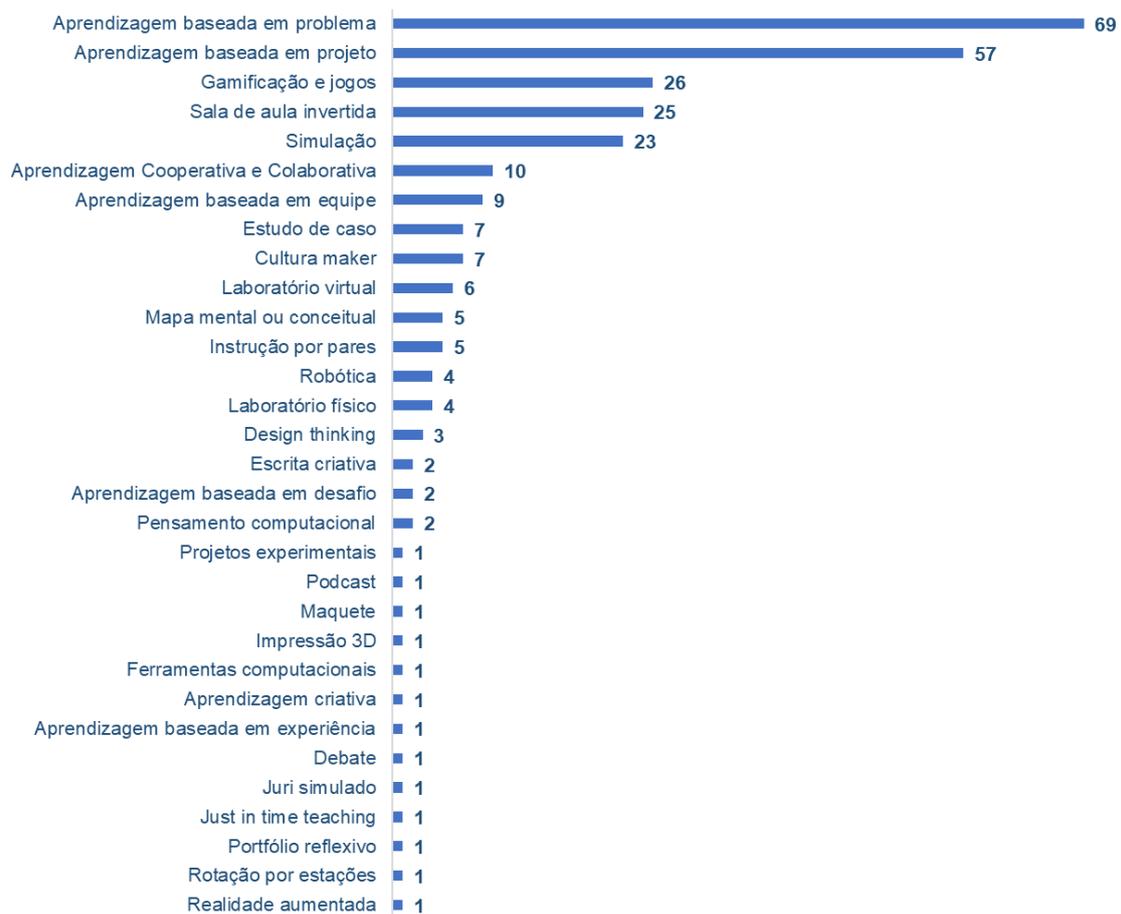


Fonte: Elaborado pela autora.

Em síntese, verificou-se que duzentos e trinta e dois (232) estudos publicados na REE e no COBENGE (Figura 11) abordaram o uso de estratégias de ensino e

aprendizagem e metodologias ativas diversificadas, de forma a tornar o estudante protagonista da sua aprendizagem, desenvolvendo a sua autonomia, o trabalho em equipe, a criatividade, dentre outras competências para atingir uma formação técnica de alto nível com valores éticos, profissionais e socioemocionais esperados e instituídos pelas DCNs. Vale ressaltar que no ano de 2023 não foram encontrados estudos no COBENGE com as *strings* de busca utilizadas para esta revisão de literatura.

Figura 11 - Metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas nos cursos de Engenharia publicados na REE e COBENGE



Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, percebeu-se que estudos utilizaram mais de uma estratégia de ensino e aprendizagem e por isso foi apresentado no gráfico um número maior de representações.

Dentre os trabalhos analisados, os considerados mais relevantes são:

- O estudo intitulado "Utilização de Metodologia Prática para o Entendimento do Circuito de *Greinacher*" de Silva *et al.* (2018a) apresenta 3 métodos para o

ensino do circuito de *Greinacher*. O primeiro é o estudo teórico, o segundo é a simulação computacional e o terceiro é a montagem experimental do esquema em baixa tensão. Utilizou-se o software SIMULINK® nas análises computacionais e nas simulações, constatando a eficiência da aprendizagem quanto ao funcionamento e entendimento do referido circuito elétrico, por meio da experimentação;

- O estudo de Lage Junior e Amin (2018) chamado “Conceitos de Planejamento e Controle de Produção (PCP): Ensino por meio de simulação”, apresenta uma simulação de um laboratório real de Física em um mundo virtual por meio da plataforma *Physlets* para criar experimentações de forma que os estudantes interajam com os conceitos abordados na disciplina, tendo como justificativas para o seu desenvolvimento a necessidade de redução de custos, a falta de estrutura e número excessivo de alunos nas salas de aula que tem dificultado a realização de atividades experimentais em laboratórios de Física. A simulação foi construída pelo professor e utilizada pelos estudantes na disciplina de Física;
- No artigo de Licciardi Junior (2020) intitulado “Sobre a utilização de laboratório virtual em Engenharia no ensino à distância de circuitos elétricos” foi utilizado os recursos do MULTISIM, um ambiente de LV para construção e simulação interativa de circuitos elétricos realizando um comparativo entre as atividades realizadas no LV e as realizadas em LF. O estudo foi aplicado com estudantes voluntários do curso de Engenharia Elétrica no período de 2017 a 2019. Os resultados obtidos indicaram que não houve diferenças significativas na aprendizagem entre o uso do LV e no uso do LF. O autor percebeu a necessidade de melhorias no método e controle para conduzir as experiências realizadas pelos estudantes no LV. As principais vantagens observadas são a mobilidade e flexibilidade de horários de uso e um maior estímulo intelectual percebido nos estudantes;
- Em Simões *et al.* (2022), o estudo intitulado “*Online laboratories in pandemic times: case of structures/statics using the zeeman’s machine*”, relata que os estudantes realizaram uma investigação, coletaram dados experimentais, compararam resultados teóricos e experimentais, interagiram efetivamente para apresentar a sua compreensão do experimento e tiveram como motivação uma adaptação da máquina de *Zeeman*. Foi organizado um concurso para que

os alunos apresentassem soluções de questões relacionadas à máquina e os resultados mostraram que a atividade foi positiva, envolvendo os estudantes em todo o processo educacional;

- O trabalho de Araújo e Pereira (2022) sobre o “Ensino de resistência dos materiais usando álgebra linear e programação: aplicação de autovalores e autovetores dos materiais”, teve como objetivo a determinação de tensões em planos representados por sistema de coordenadas rotacionado, tensões e direções principais no material, utilizando os conceitos de matriz de rotação e autovalores/autovetores estudados em Álgebra Linear via *software* de programação. Os resultados demonstraram a importância da estratégia utilizada para a assimilação do assunto nos estudantes e a compreensão dos fenômenos complexos de forma simples e motivadora;
- No artigo de Melo, Sousa e Souza (2022), o objetivo foi analisar a importância do uso da tecnologia em programas de simulação e análise para a construção dos requisitos necessários à modelagem do processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas de Mecânica das Estruturas. Os autores relatam que a abordagem foi relevante com relação à aprendizagem, motivação e engajamentos dos estudantes;
- No estudo de Sousa, Melo e Souza (2022) intitulado “O uso do *software* "Robot structural analysis" na disciplina de Mecânica das Estruturas”, o objetivo foi verificar o potencial do uso do *software* profissional *Robot Structural Analysis* como um meio de ensino e aprendizagem nas disciplinas relacionadas à análise estrutural. Os resultados indicaram uma avaliação positiva, gerando interesse em 90% dos estudantes para estender o uso do recurso para outras demandas. O estudo ressalta a importância de aliar os cursos de Engenharia com as exigências do mercado de trabalho e os avanços tecnológicos;
- Em Chinaglia *et al.* (2022), os autores relatam como programas em *Python* foram desenvolvidos pelos alunos de iniciação didática e como foram aplicados em disciplinas introdutórias de Física para despertar o interesse pela programação no contexto interdisciplinar. O desenvolvimento dos programas resultou na compreensão aprofundada de conceitos físicos e de programação pelos estudantes de iniciação didática. O uso desses programas nas aulas de disciplinas introdutórias de Física foi realizado de forma que os alunos interagissem com o código, para que não fossem reduzidos a meros usuários.

A similaridade com esta tese está no desenvolvimento e programação da atividade pelos estudantes, seja ela um experimento virtual ou um programa para ensinar conteúdos de física, de forma que eles não sejam somente usuários e sim, protagonistas da própria aprendizagem;

- Para Maiolini, Santos e Stavropoulos (2022), a estratégia foi realizada na disciplina de Método dos Elementos Finitos. A técnica dos elementos finitos é então introduzida com o objetivo de geração de soluções aproximadas e as aulas práticas foram realizadas por meio do programa MATLAB® onde os alunos realizaram programações e cálculos das estruturas propostas. Os resultados foram promissores em relação à aprendizagem dos estudantes, sendo demonstrada nas simulações realizadas com os conceitos teóricos vistos em aula;
- No artigo de Freitas *et al.* (2023), os autores utilizaram a ferramenta *Tinkercad* para construir e simular projetos a serem utilizados na disciplina de Instrumentação na Engenharia Mecânica. Foram criados 6 manuais que serviram para apresentar roteiros de experimentação para os estudantes construírem os projetos eletrônicos aplicados à disciplina;
- Em Lima, Silva e Barboza (2023), a metodologia aplicada no estudo foi baseada no modelo de simulação e eventos discretos. Adotou-se ferramentas populares e de fácil acesso como os programas Excel e Word. Analisando-se os resultados obtidos quando comparados a outros modelos já consolidados, foi possível verificar que o desempenho foi satisfatório, tendo resultados próximos aos programas TQS®, Alto Qi – Eberick® e CypeCad®. A pesquisa foi realizada com 22 alunos do Centro Universitário Adventista de São Paulo, e o processo de ensino e aprendizagem foi considerado importante para 86% dos usuários na compreensão do cálculo e tomada de decisão, otimizando o processo;
- Na publicação de Lima *et al.* (2023a), os autores pesquisaram uma maneira de facilitar a análise do fenômeno de transferência de massa em um absorvedor de placas planas, considerando filme descendente para estudantes de Ciências e Engenharia. Para isso, foi utilizado uma simulação computacional dinâmica (CFD) com o intuito de realizar e construir a modelagem e as simulações do Fenômeno. Como resultados da pesquisa verificou-se que a simulação computacional, na qualidade de ferramenta de ensino, corresponde a um

recurso didático importante, uma vez que facilita a visualização de conceitos abstratos, fomenta a compreensão intuitiva de parâmetros-chave e a abordagem interativa com as possíveis soluções do problema;

- No artigo de Borges, Livistom e Espíndola (2023), foi realizada uma estratégia de ensino e aprendizagem ocorrida na pandemia do COVID-19 com alunos de Engenharia na disciplina de Fenômenos de Transporte. Foram escolhidas duas ferramentas computacionais: o *software* de linguagem matemática (GNU Octave) e o *software* de Engenharia Auxiliada por Computador (EAC) (*SimScale*). Com isso, os estudantes foram capazes de construir a estrutura lógica para a solução do problema (algoritmo) por meio do *software* de linguagem matemática, e, após, implementaram o problema no *software* EAC para simular o fenômeno físico envolvido. Os resultados foram positivos com relação à aprendizagem de forma remota, podendo perceber a evolução nos estudos dos alunos.

Para identificar o que os docentes e pesquisadores dos cursos de Engenharia de outros países realizam em suas IES, foi realizada uma revisão de literatura na editora *Elsevier*, na principal base de dados de Engenharia, a *Compendex*, na plataforma *Engineering Village*¹² com o intuito de verificar quais as estratégias de ensino e aprendizagem estão sendo adotadas na educação em Engenharia em outros países. Esta base de dados é relevante para pesquisadores, estudantes e professores das Engenharias pois oferece acesso a doze (12) bancos de dados renomados nesta área do conhecimento.

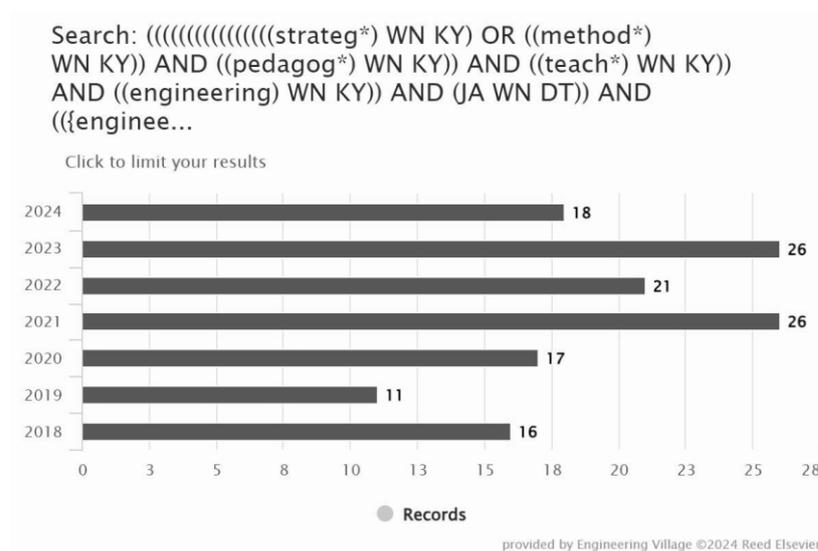
A pesquisa utilizou a *string* de busca “*strateg**” OR “*method**” AND “*pedagog**” AND “*teach**” AND “*engineering*” no período de 2018 a julho de 2024. Inicialmente, obteve-se como resultado novecentos e cinquenta e quatro (954) artigos. Refinou-se a busca por meio dos vocabulários controlados da plataforma nas categorias “*Engineering teaching*” e “*teaching*”, encontrando cento e trinta e cinco (135) estudos nos mais diferentes *journals* de Engenharia, sendo formulada da seguinte maneira: (((((((((((((((((strateg*) WN KY) OR ((method*) WN KY)) AND ((pedagog*) WN KY)) AND ((teach*) WN KY)) AND ((engineering) WN KY)) AND (JA WN DT)) AND (({engineering education} OR {teaching}) WN CV)) AND ({all} WN ACT)))))) AND (({engineering

¹² *Engineering Village* - <https://www.engineeringvillage.com/home.url?redir=t>

education} OR {teaching}) WN CV)))) AND (({engineering education} OR {teaching}) WN CV)).

Na plataforma *Engineering Village* foi possível analisar, na guia de refinamento, a quantidade de estudos publicados por período, ou seja, nos anos de 2018 até o primeiro semestre de 2024, com base na *string* de busca utilizada e nos 135 estudos recuperados, como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Quantidade de publicações no período da revisão

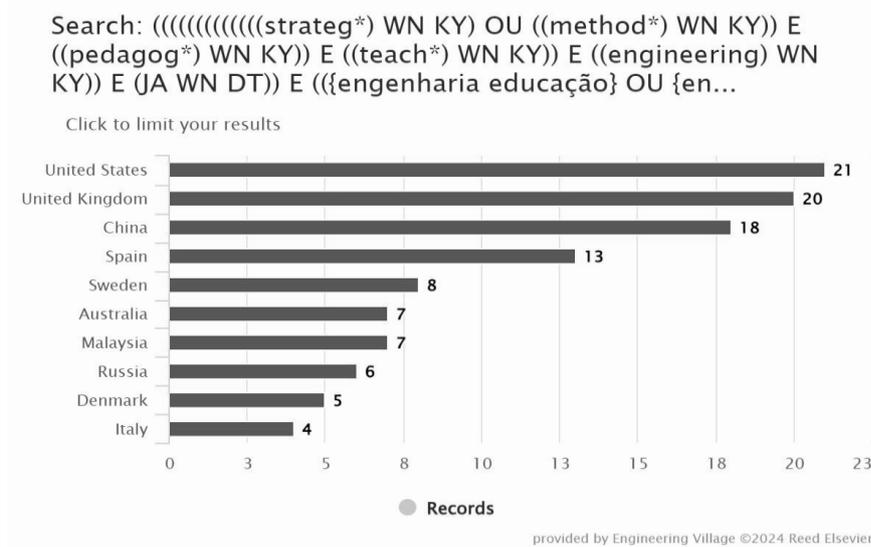


Fonte: *Engineering Village* (2024).

Pode-se verificar nos últimos seis (6) anos, incluindo os anos da pandemia do COVID-19, que em 2021 e 2023 tiveram os maiores números de publicações (26 estudos) e que apesar desta revisão ter sido realizada no início de julho de 2024, há um número crescente de publicações, constatando que neste ano (2024) já possui mais da metade das publicações do ano anterior (2023).

Outra análise realizada foi na seção refinamento da plataforma, que é a relação da quantidade de estudos publicados em cada país, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Quantidade de publicações e seus respectivos países



Fonte: *Engineering Village* (2024).

Os países com mais publicações relacionadas ao escopo desta pesquisa são os Estados Unidos, com vinte e um (21) estudos, seguido do Reino Unido, com vinte (20) estudos e China, com 18 pesquisas. O Brasil aparece com uma (1) publicação nesta base de dados.

Após a busca dos estudos, foi realizada a importação dos resultados com o auxílio do *software* Parsifal¹³. Por meio desta ferramenta foram excluídos os estudos duplicados, realizou-se a leitura dos títulos, palavras-chaves e resumos, a fim de encontrar trabalhos relacionados ao escopo da pesquisa. Foram recuperados trinta e um (31) artigos, sendo apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Panorama das estratégias de ensino e aprendizagem e metodologias

Autores	Título do Artigo	Estratégias de Ensino e Aprendizagem
2018		
Silva, Iris Bento da e Agostinho, Oswaldo Luiz	<i>A strategy for teaching and learning technical drawing</i>	Uso de <i>framework</i> para ensino de Desenho Técnico
Viegas, Clara <i>et al.</i>	<i>Impact of a remote lab on teaching practices and student learning</i>	Laboratório Remoto - VISIR
2019		

¹³ Plataforma de Revisão sistemática da Literatura Parsi.al - <http://parsif.al>.

Notaros, Branislav M. <i>et al.</i> (a)	<i>New partially flipped electromagnetics classroom approach using conceptual questions</i>	Questões conceituais
Notaros, Branislav M. <i>et al.</i> (b)	<i>Computer-assisted learning of electromagnetics through MATLAB programming of electromagnetic fields in the creativity thread of an integrated approach to electrical engineering education</i>	Programando no MATLAB conceitos de Eletromagnetismo
Ahn, Benjamin e Nelson, Matthew	<i>Assessment of the effects of using the cooperative learning pedagogy in a hybrid mechanics of materials course</i>	Estudo em grupo
Ali, Mohammed	<i>Self-regulated learning pedagogy for teaching applied engineering and technology class</i>	Desenho assistido por computador
2020		
Bakrania, Smitesh	<i>A visual approach to teaching properties of water in engineering thermodynamics</i>	Uma abordagem visual para o ensino das propriedades da água na Engenharia termodinâmica
Miranda, Marina <i>et al.</i>	<i>Active, experiential and reflective training in civil engineering: evaluation of a project-based learning proposal</i>	Desenvolvimento de um Projeto
Flores, Nuno; Paiva, Ana C.R. e Cruz, Nuno	<i>Teaching software engineering topics through pedagogical game design patterns: An empirical study</i>	Jogos
Granjo, José F.O. e Rasteiro, Maria G.	<i>LABVIRTUAL - A platform for the teaching of chemical engineering: The use of interactive videos</i>	Laboratório virtual e vídeos interativos
2021		
Roman, Claudia; Delgado, Miguel A. e Garcia-Morales, Moisés	<i>Socrative, a powerful digital tool for enriching the teaching learning process and promoting interactive learning in Chemistry and Chemical Engineering studies</i>	Uso do Dispositivo Móvel
Yasmin, Musarat e Yasmeen, Afifa	<i>Viability of outcome-based education in teaching English as second language to chemical engineering learners</i>	Ensino de Inglês como segundo idioma
Bosman, Lisa B.; Paterson, Kurt e Phillips, Margaret	<i>Integrating online discussions into engineering curriculum to endorse interdisciplinary viewpoints, promote</i>	Discussões <i>on-line</i>

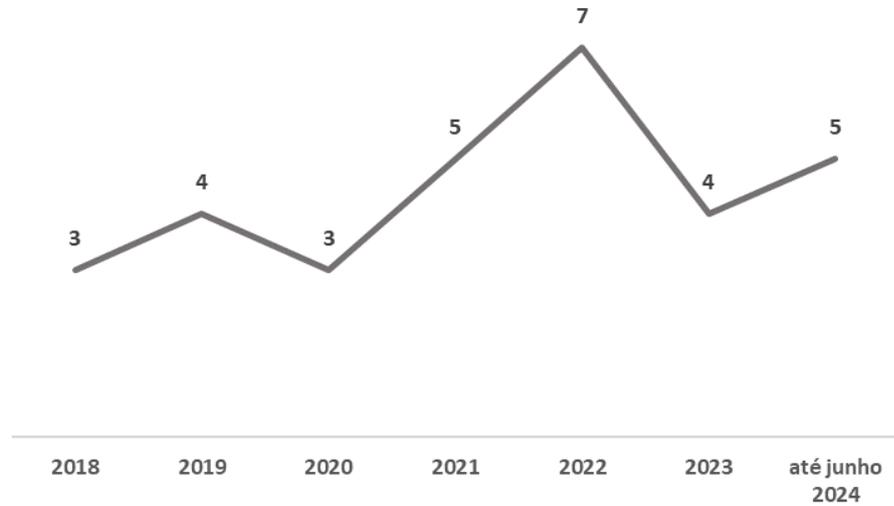
	<i>authentic learning, and improve information literacy</i>	
Hsieh, Wen-Lan <i>et al.</i>	<i>Investigating students' experiences and perceptions of a flipped and adaptive online engineering thermodynamics class</i>	Uso de plataforma <i>on-line</i>
Aboutanios, Elias <i>et al.</i>	<i>Teaching Signal Processing through Frequent and Diverse Design: A Pedagogical Approach</i>	Uso de <i>Design</i> e Projeto
2022		
Awuor, Nicholas O. <i>et al.</i>	<i>Teamwork competency and satisfaction in online group project-based engineering course: The cross-level moderating effect of collective efficacy and flipped instruction</i>	Trabalho em equipe baseado em projetos invertidos
Honig, Christopher DF; Sutton, Catherine CR e Bacal, Dorota M.	<i>Off-campus but hands-on: Mail out practicals with synchronous online activities during COVID-19</i>	Experimentos de laboratório físicos
Bui, T. T. Hang; Kaur, Amrita e Trang Vu, Minh	<i>Effectiveness of technology-integrated project-based approach for self-regulated learning of engineering students</i>	Uso do Realabs
Lian, Victor; Varoy, Elliot e Giacaman, Nasser	<i>Learning Object-Oriented Programming Concepts Through Visual Analogies</i>	Analogias Visuais
Wright, Kamau; Slaboch, Paul E. e Jamshidi, Reihaneh.	<i>Technical writing improvements through engineering lab courses</i>	Laboratórios de uma hora
Ariza, Jonathan Alvarez e Gil, Sergio Gonzalez.	<i>RaspyLab: A Low-Cost Remote Laboratory to Learn Programming and Physical Computing Through Python and Raspberry Pi</i>	Uso do RaspyLab
Sanchez-Gomez, Carlos A.	<i>Implementing a joint learning method (PBL and EBL) to innovate the development of mechanical engineering technical and non-technical skills</i>	Práticas de laboratório de usinagem
2023		
Weng, Chunmeng; Chen, Congying and Ai, Xianfeng.	<i>A pedagogical study on promoting students' deep learning through design-based learning</i>	Aprendizagem baseada em Design (DBL)
Brown, Brandi <i>et al.</i>	<i>Impacts on Teamwork Performance for an Engineering Capstone in Emergency Remote Teaching</i>	Aprendizagem baseada em Equipe (TBL)

Fan, Hua <i>et al.</i>	<i>Interdisciplinary Project-Based Learning: Experiences and Reflections From Teaching Electronic Engineering in China</i>	Aprendizagem baseada em Projeto (PjBL)
Bautista-Capetillo, Carlos <i>et al.</i>	<i>Teaching Sprinkler Irrigation Engineering by a Spreadsheet Tool</i>	Uso da ferramenta de irrigação por aspersão, desenvolvido em planilha Excel
2024		
Wu, Xiaoying.	<i>Reform and Innovation of Ideological and Political Education Teaching Mode in Colleges and Universities in the Context of Information Technology Empowerment</i>	Uso da tecnologia da informação
Pishchukhina, Olga and Gordieieva, Daria and Rainer, Austen.	<i>Delivering computing module for the large part-time software development class from pre- to post-pandemic: An online learning experience</i>	Aprendizagem <i>on-line</i>
Ren, Lilin.	<i>Exploring Innovative Strategies for Teaching English in Higher Education with the Support of Big Data</i>	Uso de <i>Big Data</i>
Macedo, G. T. de; Fontão, A., and Gadelha, B.	<i>Building soft skills through a role-play based approach for Requirements Engineering remote education</i>	Aprendizagem colaborativa baseada em projetos
Yang, Liangjing <i>et al.</i>	<i>Robotics via Experiential Active Learning With Immersive Technology: A Pedagogical Framework Designed for Engineering Curricula</i>	Aprendizagem Ativa Experiencial com Tecnologia Imersiva (REALITY)

Fonte: Elaborado pela autora.

Para verificar as publicações de forma visual, a Figura 14 demonstra a quantidade de publicações encontradas sobre a utilização de estratégias e metodologias ativas no ensino superior, mais especificamente nos cursos de Engenharia.

Figura 14 - Quantitativo de publicações sobre metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem nas Engenharias



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar os achados da base de dados internacional, verificou-se que houve um crescente significativo nas publicações entre os anos de 2020 e 2022. Com relação ao ano de 2024 (pesquisa realizada até junho), a quantidade de publicações pode ser considerada expressiva, identificando que professores e pesquisadores estão em busca de inovações nas estratégias de ensino e aprendizagem, visando melhorar a educação nos cursos de Engenharia.

Diante dos resultados da revisão da literatura pode-se realizar uma integração entre as teorias discutidas e os objetivos da pesquisa. O Construcionismo de Papert, é uma teoria pedagógica que coloca o estudante no centro do processo de construção do conhecimento, defendendo a ideia de que eles aprendem de maneira mais eficaz quando estão diretamente envolvidos na criação de algo tangível, promovendo um aprendizado profundo e significativo. Essa construção pode ser tanto física quanto *online*, como no caso dos experimentos virtuais.

Mitchel Resnick desenvolveu o conceito de Aprendizagem Criativa, que expande os princípios construcionistas, incentivando o desenvolvimento da criatividade por meio de quatro pilares: projetos, pares, paixão e pensar brincando. Resnick argumenta que ao trabalharem em projetos que são significativos para os estudantes, em colaboração com colegas e com liberdade para explorar suas próprias paixões, os alunos aprendem de forma mais efetiva e engajada. A aprendizagem

criativa valoriza a construção de conhecimento de forma colaborativa, exploratória e interativa, utilizando a tecnologia como uma ferramenta para dar suporte ao processo criativo e de aprendizagem.

As metodologias ativas de aprendizagem reforçam a ideia de que o aluno deve ser um agente ativo no processo de construção do conhecimento, em oposição ao modelo tradicional onde o professor é o principal difundidor de informações. Nas metodologias ativas, os estudantes são desafiados a resolver problemas, tomar decisões e aplicar o conhecimento na prática, o que lhes permite desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração.

Ao integrar essas três abordagens com a estratégia de ensino e aprendizagem desta tese, que propõe o envolvimento dos estudantes de Engenharia no desenvolvimento e programação de experimentos virtuais, percebe-se uma correlação direta com os princípios defendidos por Papert, Resnick e pelas metodologias ativas.

Ao participar do desenvolvimento de experimentos virtuais, os estudantes estão, essencialmente, construindo conhecimento de maneira prática, criativa e colaborativa. Eles deixam de ser meros consumidores de conteúdos teóricos e passam a ser produtores de conhecimento, aplicando conceitos complexos de Engenharia em projetos concretos. Esse processo de desenvolvimento não apenas aprofunda a compreensão dos conceitos técnicos e científicos, como também estimula a criatividade e o pensamento crítico, elementos centrais na Aprendizagem Criativa de Resnick.

Além disso, ao envolver-se na programação e desenvolvimento de experimentos virtuais, os estudantes estão imersos em uma metodologia ativa, onde o aprendizado se dá por meio da resolução de problemas reais. Eles precisam enfrentar desafios, testar hipóteses, encontrar soluções e ajustar suas criações conforme necessário, o que favorece a construção de um aprendizado mais robusto e autônomo. Esse tipo de atividade envolve *feedback* contínuo, uma vez que os próprios experimentos programados fornecem resultados instantâneos que permitem aos estudantes refletirem sobre suas decisões e ajustes, uma prática essencial nas metodologias ativas.

Desta forma, o desenvolvimento e a programação de experimentos virtuais torna-se uma estratégia de ensino e aprendizagem relevante para os estudantes de Engenharia, pois proporciona uma integração entre a teoria e a prática, favorecendo um ambiente de aprendizagem ativo e criativo, alinhado com os princípios do

Construcionismo, da Aprendizagem Criativa e das metodologias ativas. Esta estratégia não apenas melhora o domínio técnico dos alunos, mas também os prepara para serem solucionadores de problemas inovadores, capazes de aplicar seus conhecimentos em contextos reais de maneira colaborativa e criativa.

No entanto, apesar dos avanços que estas teorias proporcionam, algumas lacunas na literatura merecem destaque, especialmente no contexto da Engenharia e do uso de tecnologias para o desenvolvimento de experimentos virtuais. São elas:

- Falta de evidências empíricas robustas - Esta lacuna sugere a necessidade de mais estudos que validem a eficácia dessas práticas em termos de aprendizagem de conteúdos técnicos e desenvolvimento de competências profissionais específicas, como raciocínio lógico, resolução de problemas e aplicação prática de conceitos teóricos;
- Desafios de implementação - A literatura ainda não aborda suficientemente questões como a infraestrutura tecnológica, a formação de professores para mediar o processo de criação de experimentos virtuais e os recursos necessários para que tais práticas possam ser aplicadas de forma eficiente. A programação e o desenvolvimento de experimentos virtuais exigem um nível elevado de autonomia e domínio técnico por parte dos estudantes, o que pode ser um desafio em cenários onde os alunos apresentam diferentes níveis de conhecimento prévio;
- Foco insuficiente em avaliação e mensuração de resultados - As teorias de Construcionismo, Aprendizagem Criativa e metodologias ativas oferecem diretrizes gerais para promover um aprendizado mais significativo e criativo, mas ainda há uma falta de instrumentos padronizados de avaliação que possam medir o impacto dessas práticas de forma sistemática e objetiva no ensino de Engenharia. Existe a necessidade de mais pesquisas que desenvolvam métodos de avaliação eficazes que permitam comparar o aprendizado promovido por essas práticas com os métodos tradicionais, fornecendo dados concretos sobre os benefícios e as limitações da abordagem;
- Integração limitada com práticas da indústria - Embora o desenvolvimento de projetos criativos e a resolução de problemas em ambientes educacionais tenham potencial para preparar os alunos para o mundo real, há uma lacuna

no que diz respeito à adaptação desses experimentos às necessidades concretas da prática profissional.

Embora o Construcionismo, a Aprendizagem Criativa e as metodologias ativas ofereçam uma base teórica promissora para o desenvolvimento e a programação de experimentos virtuais por estudantes de Engenharia, ainda há lacunas importantes na literatura. Esses espaços precisam ser explorados para que a implementação das estratégias seja realizada de forma mais eficaz e com um impacto mensurável e relevante no aprendizado dos alunos.

No capítulo seguinte serão apresentados os trabalhos relacionados e os diferenciais desta pesquisa, destacando sua originalidade e contribuições para o avanço do conhecimento na área de informática na educação.

3 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção são apresentados os estudos similares quanto a utilização de metodologias ativas e o uso e desenvolvimento de experimentos para LV na educação em Engenharias, tornando necessário à sua menção para a fundamentação da tese. São eles:

- Guerrero-Mosquera, Gomes e Thomson (2018) apresentam em seu estudo chamado *Development of a virtual earthquake engineering lab and its impact on education* o desenvolvimento do Laboratório Virtual de Engenharia Sísmica (SISMILAB). O SISMILAB foi utilizado para auxiliar no processo de compreensão e aplicação de conceitos fundamentais relacionados à Engenharia Sísmica em cursos de Engenharia. Possibilitou aos estudantes a interação com simulações, conceitos ilustrativos e didáticos no curso de Engenharia de Terremotos. O laboratório tem como objetivo fortalecer as experiências acadêmicas e de pesquisa dos alunos dentro e fora da sala de aula. O resultado da pesquisa foi positivo quanto à sua eficácia na transmissão de conceitos, no auxílio na visualização e interpretação dos conceitos e na satisfação de estudantes e professores;
- Cardoso, Capri e Neto (2019) desenvolveram um aplicativo na forma de um jogo com características de laboratório virtual para disponibilizar aos estudantes experimentos similares aos que eles utilizam em um laboratório real. O objetivo do estudo foi realizar a análise sistemática dos cátions do Grupo IIA, na disciplina de Química Analítica das Engenharias Química e Bioquímica, da Escola de Engenharia de Lorena. O resultado demonstra que a pesquisa se encaixa nas Diretrizes Curriculares das Engenharias, pois permite que os estudantes experimentem virtualmente as atividades práticas, testando e aprimorando os seus conhecimentos;
- O artigo de Bye e Osen (2019) apresenta três (3) projetos de laboratório que foram implementados pelos alunos, durante os verões de 2017 e 2018, na Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia. Segundo os autores, no primeiro projeto foi desenvolvido um laboratório de *IoT* (Internet das Coisas), destinado aos profissionais da indústria para pesquisa acadêmica e o ensino das Engenharias. No segundo projeto foi desenvolvido um *hardware in-the-loop* (HIL) para o curso de Engenharia Elétrica em sistemas de controle industrial. E

no terceiro projeto foi desenvolvido um dispositivo físico de música, destinado ao recrutamento de novos alunos e exibição pública, para a incorporação em projetos de estudantes;

- No estudo de Sivapragasam *et al.* (2019), os estudantes se envolveram na construção e desenvolvimento de um LV. Na pesquisa intitulada *Developing Virtual Labs in Fluid Mechanics with UG Students 'Involvement* apresenta-se uma experiência com estudantes do curso de Engenharia Civil, por meio da plataforma LabWIEW, com o objetivo de construir um experimento sobre mecânica dos fluidos. Os resultados obtidos demonstraram que os estudantes tiveram uma melhor compreensão do conteúdo enquanto desenvolviam o LV, aumentando a confiança e a motivação ao utilizá-lo;
- A pesquisa de Licciardi Junior (2020) realizada durante a pandemia do COVID-19, demonstra uma experiência com a utilização do laboratório virtual *Multisim* para ensinar conceitos de Circuitos Elétricos. O estudo ressalta a importância de investimentos em recursos para o ensino a distância dos cursos de Engenharias. A prática foi realizada com estudantes voluntários do curso de Engenharia Elétrica no período de 2017 a 2019. Os resultados avaliaram os aspectos de aprendizagem na utilização do LV *Multisim* e no laboratório físico/real;
- O artigo intitulado *Enhancing the autonomy of students in Chemical Engineering education with LABVIRTUAL platform* dos autores Granjo e Rasteiro (2020), da Universidade de Coimbra em Portugal apresenta um estudo com foco nos métodos pedagógicos do LABVIRTUAL para auxiliar o ensino de disciplinas da Engenharia Química. Os autores relatam o resultado de uma avaliação da sua utilização por alunos do 3º ano de graduação em Engenharia Química, e outro, no 2º ciclo do Mestrado de Engenharia Química, totalizando cento e trinta e dois (132) estudantes participantes. Os métodos pedagógicos foram projetados para cumprir os objetivos instrucionais das aulas expositivas, como textos, figuras, animações, referências e *hiperlinks*. Os dados foram coletados por meio de questionários e demonstram que 75% dos alunos utilizaram o LV durante seus cursos e 54% utilizaram frequentemente ou com grande frequência. Os resultados apontaram que o LABVIRTUAL apoiou o estudo autorregulado, realizando o dimensionamento de equipamentos e simulando os processos químicos. Os alunos participantes registraram ser uma plataforma

amigável e uma importante ferramenta de aprendizagem para complementar as aulas presenciais;

- O estudo sobre o *Virtual Labs* relata uma iniciativa do governo da Índia que visa disponibilizar uma plataforma *web* para realizar experimentos de laboratórios baseados em simulações realistas, sem afetar o aprendizado experimental obtido nos laboratórios físicos. Os autores Shetty *et al.* (2020) descreveram o projeto e o desenvolvimento dos laboratórios virtuais para a Engenharia Civil e Mecânica, a análise e os resultados obtidos na pesquisa. Utilizaram uma arquitetura comum para o desenvolvimento dos laboratórios: teoria, autoavaliação, procedimento, questionário, atribuições, referências e simulação. Cada um dos dois (2) laboratórios apresentaram vários experimentos, auxiliando na familiarização dos estudantes com os aparatos dos laboratórios reais, e nos resultados conhecidos previamente para serem usados nos laboratórios convencionais. Segundo os autores, os resultados obtidos após a implantação e divulgação da plataforma, mostraram um aumento constante de visitantes entre 2016 e 2019. O *feedback* dos quatrocentos e onze (411) usuários, até então, indicaram que 74,6% afirmaram que os laboratórios virtuais chegam bem próximo das características dos laboratórios convencionais e que 76,5% dos usuários conseguem aprender com as simulações, sem dificuldades, sendo um trabalho inovador e criativo por meio da aprendizagem experiencial;
- Keddi e Frerich (2020) apresentam em seu estudo a utilização do LV *Silo Design*, como atividade no curso de Engenharia Química. O LV incluiu um projeto real de um silo de material a granel, uma caracterização do material com uma célula de cisalhamento e o projeto de uma bomba de alimentação. O objetivo da pesquisa foi preparar os estudantes de Engenharia para o desenvolvimento de tarefas em laboratórios reais. Os estudantes deveriam utilizar o LV antes da sua experiência prática, haja vista que o laboratório fornece informações teóricas e explica as tarefas antecipadamente. Outro aspecto importante apontado pelos autores é sobre as precauções de segurança abordadas pelos experimentos no LV. Os alunos precisam estar cientes das substâncias e condições perigosas, assim como, das ações necessárias, em caso de emergência. Antes de iniciar os experimentos reais, os alunos precisam seguir as instruções de segurança e o aporte teórico é

testado por meio de questionários e testes adicionais. Ao chegar próximo da conclusão do LV, antes de ir para o local de teste, os alunos são entrevistados. Os estudantes que utilizaram o *Silo Design*, ressaltaram que foi muito útil para a preparação das experiências de laboratório real, demonstrando-se entusiasmados, motivados e interessados sobre os conteúdos. Os aspectos negativos apontados foram a necessidade de um guia mais detalhado para a prova real de laboratório, a falta de contato com professores e a incapacidade de treinar habilidades manuais.

- O estudo de Schmitz, Nervis e Nogueira (2021) buscou disseminar o uso de Laboratórios Virtuais de Aprendizagem (LVA) para uma educação de qualidade, apresentando as potencialidades, limitações e a evolução dos LVs nas Engenharias, especialmente na Geotécnica. Os autores discutem sobre como os laboratórios virtuais podem ser utilizados em uma proposta de ensino investigativo, envolvendo especialmente as disciplinas de caracterização de solos, e como eles podem colaborar na aprendizagem dos conteúdos curriculares;
- A publicação de Cheng *et al.* (2022) envolve a realização de experimentos em um ambiente controlado para ajudar os estudantes a compreender os princípios e técnicas envolvidos no nivelamento, assunto crucial em áreas como Engenharia Civil e construção. Relata-se o desenvolvimento de um LV usando *Unity*, e discute o aprimoramento do ensino de Engenharia ao envolver os estudantes neste processo, auxiliando no conhecimento e aprimorando o domínio de habilidades. Esta atividade desempenhou um papel importante no ensino de Engenharia, preenchendo a lacuna entre teoria e prática, equipando os alunos com as competências necessárias para ter sucesso em suas futuras carreiras.
- No artigo intitulado “*From Paper to web: Students as partners for virtual laboratories in (Bio)chemical engineering education*” de Heras *et al.* (2022), os estudantes são tidos como parceiros no desenvolvimento de laboratórios virtuais para aprimorar o ensino de Engenharia (Bio)química. O artigo discute o envolvimento dos alunos na criação de plataforma *on-line* (www.biovl.com) para o ensino de modelagem de bioprocessos, enfatizando o *feedback* do usuário e o *co-design*. Neste estudo, os alunos fornecem modificações e melhorias, que são fortemente baseadas nas suas percepções e perspectivas

como *co-designers* do LV para um desenvolvedor que está programando a plataforma que será utilizada pelos estudantes para complementar a aprendizagem;

- No estudo *Virtual Laboratory to Boost Education in Engineering* de Castro-Gutiérrez, Diaz-Diaz e Campos (2022) apresenta-se o desenvolvimento, a implementação e a avaliação de um LV para tentar superar os problemas educacionais levantados pela pandemia e minimizar a taxa de reprovação dos alunos na disciplina de Eletromagnetismo em um programa de graduação em Engenharia. O LV é baseado em *software* livre, Unity3D, e pode ser compartilhado entre diferentes Engenharias para avaliar o processo de metacognição e adquirir uma aprendizagem significativa dos alunos;
- Para Vahdatikhaki *et al.* (2023), os LVs gamificados prepararam efetivamente os estudantes de Engenharia Civil, reduzindo o tempo em LF, melhorando a competência e aumentando a disposição de usar LVs em sessões futuras. A pesquisa investigou a eficácia de um LV gamificado projetado para simular um laboratório de concreto, visando preparar melhor os alunos para experimentos. Os resultados demonstraram que os alunos que usaram o LV passaram significativamente menos tempo no LF, exibiram competência aprimorada, fizeram menos perguntas sobre procedimentos experimentais e exigiram menos assistência dos assistentes de laboratório;
- Em “*Learning Fundamentals of Electrical Engineering by the Aid of Virtual Laboratories*” de Sarac (2024), os LVs são benéficos no ensino dos fundamentos da Engenharia Elétrica pois auxiliam em exercícios práticos, como testar as leis de Kirchhoff e Ohm e medir tensão, corrente e fator de potência, aprimorando as experiências de aprendizado dos alunos. Os resultados apontaram que os estudantes se beneficiaram em adquirir habilidades no manuseio de instrumentos de medição, estabelecer conexões elétricas e traduzir circuitos elétricos teóricos em aplicações práticas.

3.1 DIFERENCIAIS DA PESQUISA

Com base nos estudos apresentados anteriormente, o Quadro 4 demonstra, resumidamente, os quatorze (14) estudos relacionados a esta pesquisa com

características de uso e/ou desenvolvimento de experimentos e/ou laboratórios virtuais pelos estudantes e com o auxílio do professor.

Quadro 4 - Trabalhos relacionados à tese

Artigo (Estudo)	Experimentos e/ou laboratórios virtuais
Guerrero-Mosquera, Gómez e Thomson (2018)	O SISMLAB utiliza simulações, conceitos ilustrativos e didáticos de Engenharia de Terremotos.
Cardoso, Capri e Neto (2019)	Experimentos para realizar a análise sistemática dos cátions do Grupo IIA da Engenharia Química e Bioquímica.
Sivapragasam <i>et al.</i> (2019)	Uso da plataforma LabWIEW para construir um LV sobre Mecânica dos Fluidos na Engenharia Civil.
Bye e Osen (2019)	Os estudantes desenvolveram três projetos: um laboratório usando Internet das coisas (IoT), <i>hardware hard-in-loop</i> e um dispositivo físico de música.
Granjo e Rasteiro (2020)	Uso do LABVIRTUAL para auxiliar o ensino de disciplinas de Engenharia Química.
Keddi e Frerich (2020)	Uso do LV <i>Silo Design</i> , para atividades no curso de Engenharia Química.
Licciardi Junior (2020)	Uso do LV <i>Multisim</i> para ensinar conceitos de Circuitos Elétricos para a Engenharia Elétrica.
Shetty <i>et al.</i> (2020)	Projeto e desenvolvimento de LVs para a Engenharia Civil e Mecânica.
Schmitz, Nervis e Nogueira (2021)	Uso de LV na Engenharia Geotécnica.
Cheng <i>et al.</i> (2022)	Desenvolvimento de um LV para Engenharia Civil no estudo do nivelamento de processos.
Heras <i>et al.</i> (2022)	Desenvolvimento de um LV para o ensino de modelagem de bioprocessos com envolvimento dos alunos com relação às possíveis melhorias.
Castro-Gutiérrez, Diaz-Diaz e Campos (2022)	Desenvolvimento, implementação e avaliação de um LV na disciplina de Eletromagnetismo.
Vahdatikhaki <i>et al.</i> (2023)	Uso de LV gamificado projetado para simular um laboratório de concreto (Engenharia Civil).
Sarac (2024)	Uso de LVs na Engenharia Elétrica.

Fonte: Elaborado pela autora.

Esta tese se diferencia dos demais estudos, tornando-a inédita, no que se refere a:

1. Investigar o uso de estratégias de ensino e aprendizagem evidenciando o envolvimento ativo dos estudantes na construção e desenvolvimento de experimentos para um laboratório virtual, de forma a comprovar sua relevância na compreensão e entendimento de conceitos abstratos dos conteúdos de Engenharia e de programação;
2. Verificar que a Aprendizagem Criativa e a Aprendizagem baseada em Problemas, usadas simultaneamente, podem auxiliar na resolução de problemas relacionados aos conteúdos curriculares e na construção do experimento virtual. Com isso, os estudantes desenvolvem a criatividade, as habilidades e competências necessárias para sua formação, corroborando com a visão do Construcionismo e das DCNs das Engenharias;
3. Identificar o envolvimento e o engajamento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um LV da Engenharia Química nas disciplinas de Materiais e Corrosão e Tópicos especiais em Cerâmica, diferenciando-o dos trabalhos de Guerrero-Mosquera, Gomes e Thomson (2018); Cardoso, Capri e Neto (2019); Granjo e Rasteiro (2020); Shetty *et al.* (2020); Schmitz, Nervis e Nogueira (2021), Keddi e Frerich (2020), Vahdatikhaki *et al.* (2023) e Sarac (2024), em que os estudantes foram meros usuários dos experimentos no LVs e não os desenvolvedores e programadores como esta tese propõe;
4. Comprovar que a plataforma *Scratch* pode ser utilizada como ferramenta de desenvolvimento e programação para a construção de experimentos para LV por estudantes sem formação em computação. Esta pesquisa se difere do estudo de Sivapragasam *et al.* (2019), no que tange o desenvolvimento de um experimento para um LV, pelos estudantes, utilizando a plataforma LabVIEW para a disciplina de Mecânica dos Flúidos do curso de Engenharia Civil; e do trabalho de Bye e Osen (2019) pela construção de um laboratório de *IoT*, *Hardware in-the-loop* e um dispositivo físico de música em um curso de verão com alunos voluntários;
5. Utilizar um AVA contendo informações, conteúdos e diferentes mídias para auxiliar os estudantes na aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch* e na aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem, de forma a

prosseguir nos estudos, no seu tempo e ritmo, tornando protagonistas da própria aprendizagem e corroborando com as metodologias ativas utilizadas nesta pesquisa, diferenciando-a dos trabalhos correlatos apresentados.

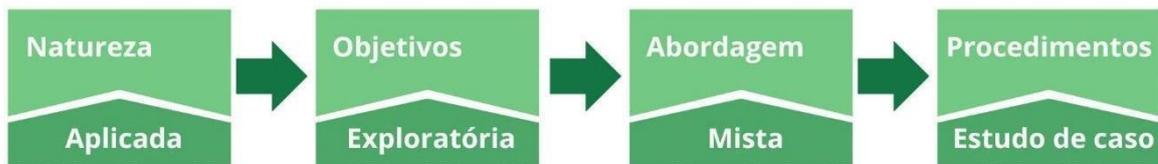
No capítulo 4 apresenta-se detalhadamente a metodologia da pesquisa da tese.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos da pesquisa, detalhando a formulação do problema, a unidade de caso, o número de caso, o público-alvo, o protocolo de estudo, os instrumentos e a coleta dos dados, as técnicas utilizadas para a análise dos resultados e a elaboração do relatório final.

Conforme apresentado e justificado anteriormente, a classificação da pesquisa é de natureza aplicada, de caráter exploratória, com abordagem mista (quali-quantitativa) e o procedimento é um estudo de caso único (Yin, 2015; Gil, 2010). Para os métodos de análise, utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (2016) e a estatística descritiva. A Figura 15 representa graficamente a classificação da pesquisa desta tese.

Figura 15 - Classificação da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

O estudo de caso único busca obter um conhecimento aprofundado sobre o caso específico, sem a pretensão de propor leis universais (Yin, 2015). Em alguns casos, pode-se investigar apenas um aspecto particular do fenômeno, caracterizando o estudo como exploratório (Gil, 2010).

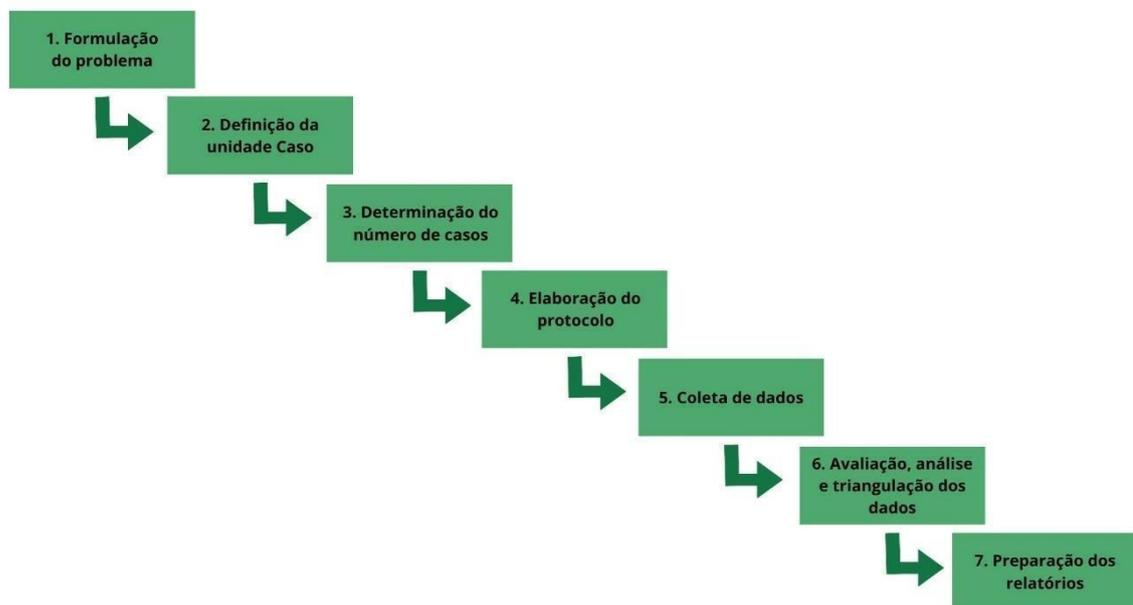
Neste estudo de caso único, a pesquisadora participou da construção e aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem, auxiliando no entendimento e programação dos experimentos para um laboratório virtual desenvolvidos pelos estudantes de Engenharia tornando a pesquisa relativa à sua própria prática. Para Vidal e Silva (2019, p.43),

entende-se por pesquisa sobre a própria prática ou no ambiente de trabalho qualquer investigação que tenha por objeto ou que mobilize informações da prática profissional realizada pelo próprio sujeito investigador, ou ocorrida no interior de instituição/empresa/organização pública ou privada, governamental ou não governamental, ligada ou não ao setor da Educação (Vidal; Silva, 2019, p.43).

Este tipo de investigação estimula o pensamento crítico na pesquisadora, impulsiona a prática de auto avaliação, aperfeiçoa a competência profissional e encoraja a identificação e resolução de questões no ambiente de trabalho, com a possibilidade de transcender o estudo de caso e transformar em uma experiência passível de ser reproduzida.

As etapas desta abordagem seguem a proposta de Yin (2015), segundo o estudo de caso único conforme representadas na Figura 16.

Figura 16 - Etapas de um estudo de caso



Fonte: Adaptado de Yin (2015).

4.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Para formular o problema realizou-se a revisão de literatura buscando conhecer e compreender profundamente a temática do estudo. Pesquisou-se em bases de dados brasileiras de estudos em Engenharia, na Revista em Ensino de Engenharia da ABENGE e nos anais do Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia - COBENGE (2018 a 2023), além da base de dados de referência internacional na área da Engenharia, a *Engineering Village* (2018 a junho de 2024). Os documentos encontrados que tratam da temática da pesquisa foram: estratégias de ensino e aprendizagem, metodologias ativas, experimentos, laboratórios virtuais e Engenharias.

4.2 UNIDADE DE CASO

No contexto do estudo de caso único, conforme proposto por Robert K. Yin em seu livro "Estudo de Caso: Planejamento e Métodos" (2015), a unidade de caso é uma única ocorrência, instância ou exemplo que é analisada de maneira aprofundada. A unidade de caso é o ponto central da investigação e a pesquisa é direcionada para compreender os detalhes específicos e as nuances associadas a essa única unidade escolhida pelo pesquisador.

A unidade de caso desta pesquisa é a estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias construída para ser aplicada no curso de Engenharia, de forma a contribuir na complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares das disciplinas e no desenvolvimento das competências (DCNs) dos futuros profissionais. Ela pode ser classificada como reveladora pois pode apresentar *insights* significativos ou padrões importantes para a compreensão do fenômeno em estudo no que tange maximizar a aprendizagem.

4.3 NÚMERO DE CASOS

O estudo de caso único foi realizado e aplicado no curso de Engenharia Química nas disciplinas de Materiais e Corrosão (2022.1), Tópicos Especiais em Cerâmica (2022.2) e de Materiais e Corrosão (2023.1) da faculdade UNISATC de Criciúma em Santa Catarina. Por meio da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem elaborada pela pesquisadora, buscou-se identificar o envolvimento e engajamento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um LV, de forma a complementar a aprendizagem dos conteúdos curriculares das disciplinas, conforme apresentado detalhadamente no capítulo 5.

4.3.1 Público-Alvo

O público-alvo desta pesquisa são os estudantes do curso de Engenharia Química, devidamente matriculados nas disciplinas de Materiais e Corrosão da 7ª fase de 2022.1, na disciplina de Tópicos Especiais em Cerâmica da 10ª fase de 2022.2 e os estudantes da turma de Materiais e Corrosão da 7ª fase de 2023.1. A UNISATC foi selecionada pelo acesso facilitado da pesquisadora, por já ter sido docente da

instituição, por ter vínculo familiar com a professora titular da disciplina e por ter autorização para realizar a pesquisa na instituição. A estratégia de ensino e aprendizagem construída para esta tese fez parte do projeto Metodologia 2030 da faculdade cujo objetivo é buscar por meio de um ambiente colaborativo e de cocriação, conceber, aplicar e avaliar novas formas de ensinar e aprender (Castelan, 2019).

A pesquisa utilizou-se de amostra por conveniência, por não ser possível sortear ou dividir as turmas em razão da organização da instituição (uma única turma a cada semestre) e por questões éticas, em se tratando de diferenciar os participantes. Esse tipo de amostra costuma ser utilizada em pesquisas de estudo de caso exploratórias por se tratar de um grupo em particular e não tem intenção de generalizar do ponto de vista estatístico. Para Creswell (2007, p.171) “...só é possível uma amostragem de conveniência, pois o investigador precisa usar grupos formados naturalmente (por exemplo, uma sala de aula, uma organização, uma unidade familiar) ou voluntários como participantes de um estudo”.

O estudo foi conduzido no formato presencial e a distância, sendo apresentados o objetivo da pesquisa, a importância da colaboração e participação dos estudantes, os benefícios e possíveis riscos, o sigilo e o anonimato das informações coletadas durante o processo. A pesquisa é voluntária e somente aqueles que aceitaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice I) foram coletados e registrados os dados.

No estudo preliminar participaram vinte e cinco (25) estudantes da disciplina de Estática dos cursos de Engenharia Química, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecatrônica. Para o estudo final, participaram quinze (15) estudantes da disciplina de Materiais e Corrosão, doze (12) estudantes da disciplina de Tópicos Especiais em Cerâmica e dezessete (17) estudantes da disciplina de Materiais e Corrosão da Engenharia Química, totalizando quarenta e quatro (44) estudantes participantes voluntários. Diante dos quatro (4) estudos participaram da pesquisa sessenta e nove (69) estudantes dos cursos de Engenharia.

4.4 PROTOCOLO DO ESTUDO

O protocolo do estudo se fundamenta na abordagem de Yin (2015), no qual oferece suporte tanto na coleta de dados quanto na garantia da confiabilidade do estudo de caso. São elencados da seguinte maneira:

1. Revisão de literatura da temática da pesquisa;
2. Definição da unidade de caso;
3. Planejamento e desenvolvimento da estratégia de ensino e aprendizagem;
4. Construção e elaboração dos instrumentos de coleta de dados;
5. Pesquisa das técnicas de análise dos dados;
6. Realização e adaptação do estudo preliminar;
7. Realização do estudo final;
8. Organização dos dados coletados;
9. Análise, interpretação, discussão dos resultados (triangulação);
10. Elaboração do relatório final.

Diante disso, a condução da estratégia de ensino e aprendizagem foi realizada em cinco (5) etapas, divididas em duas fases (Fase A e Fase B), como mostra a Figura 17.

Figura 17 - Fases da condução da estratégia de ensino e aprendizagem



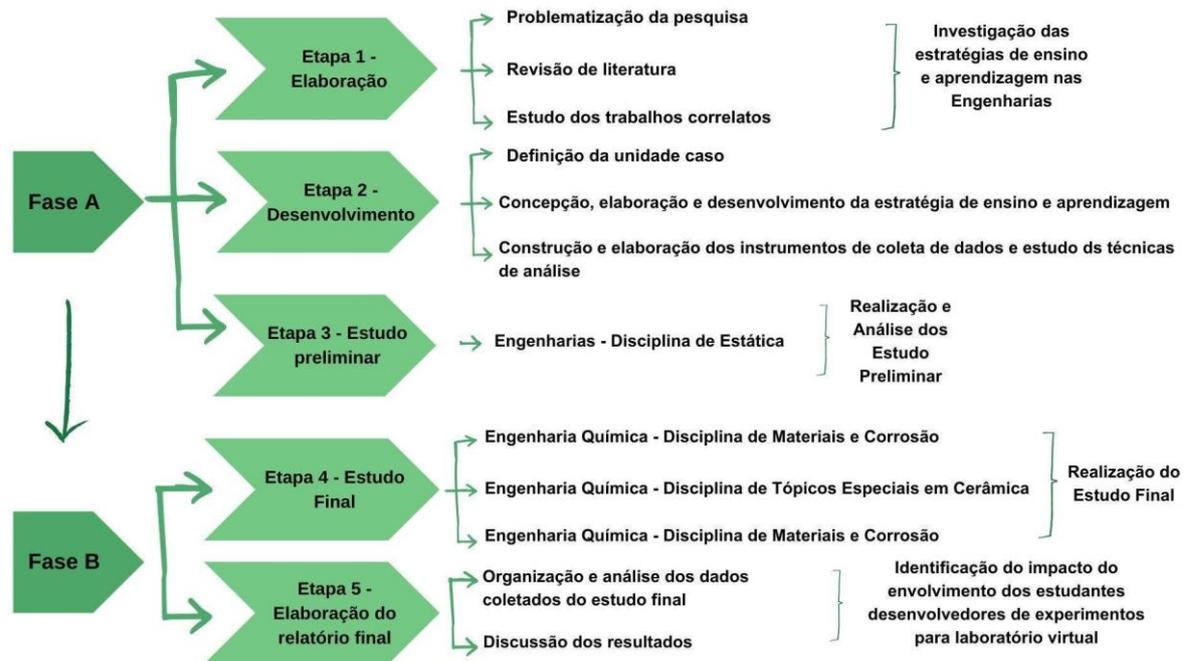
Fonte: Elaborado pela autora.

Na **Fase A** foram realizadas três etapas. A Etapa 1 - Elaboração, aborda a problematização da pesquisa, o levantamento bibliográfico e a análise dos estudos correlatos; a Etapa 2 - Desenvolvimento, compreende o planejamento e a construção da estratégia de ensino e aprendizagem além dos materiais didáticos disponibilizados aos estudantes para o estudo da linguagem de programação visual - *Scratch* no AVA; e a Etapa 3 - Estudo preliminar, investiga por meio de uma experiência a estratégia proposta, identificando possíveis falhas da Etapa 2 e realizando os devidos ajustes para a Fase B.

A **Fase B** refere-se a Etapa 4 que compõe o estudo final. Investigou-se três (3) turmas da Engenharia Química com a adequação realizada por meio da análise dos resultados obtidos da Fase A; e a Etapa 5 – Elaboração do relatório final, compreende a realização da consolidação e análise dos dados coletados, a fim de identificar os

resultados, as contribuições e as limitações da tese. A Figura 18 apresenta em detalhes o desenho da estratégia de ensino e aprendizagem utilizada na tese.

Figura 18 - Desenho da estratégia de ensino e aprendizagem



Fonte: Elaborado pela autora.

4.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS

A observação dos encontros tem como objetivo [...] fornecer uma descrição detalhada do ambiente que foi observado, das atividades que ocorreram no ambiente, das pessoas que estiveram envolvidas nas atividades, analisando os significados dessa observação a partir das perspectivas das pessoas participantes da atividade (Patton, 2015, p.332, tradução da autora). Além disso, utilizou-se de diferentes instrumentos na coleta dos dados para permitir a triangulação e a credibilidade dos resultados.

Para relacionar os instrumentos de coleta de dados aos objetivos específicos desta pesquisa, utilizou-se os seguintes:

Desenvolver e analisar uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada em metodologias ativas que promovem o desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual por meio da linguagem de programação visual - Scratch.

- **Documento sobre a metodologia ativa AC/ABP** – este instrumento de coleta foi concebido pela pesquisadora, impresso e entregue aos estudantes para ser preenchido pela equipe de desenvolvimento do experimento virtual, de forma que eles sigam e reconheçam as etapas da metodologia formulada (AC/ABP) para a estratégia de ensino e aprendizagem. No documento, tem-se a imagem que representa a metodologia AC/ABP (Figura 8), seguido da identificação dos integrantes do grupo de trabalho e na sequência são descritas as etapas da metodologia AC/ABP. Na Etapa I – Introdução e Definição do problema, já é descrito o problema a ser resolvido na atividade: “Construir experimentos virtuais para o Labvirt EDU das Engenharias utilizando os conteúdos da disciplina de [nome da disciplina] e a linguagem de programação visual - *Scratch*”. Para cada etapa do ciclo da metodologia AC/ABP, o grupo de estudantes preenchem o documento a fim de sequenciar as etapas a serem alcançadas para a construção do experimento virtual. O documento é devolvido para a pesquisadora ao final da atividade e as respostas transcritas para serem analisadas qualitativamente segundo a análise de conteúdo de Bardin (2016). A atividade foi realizada em grupos, identificados da seguinte maneira: MC2022_Grupo1, MC2022_Grupo2, MC2022_Grupo3, MC2022_Grupo4, MC2022_Grupo5 e MC2022_Grupo6 para a turma de Materiais e Corrosão de 2022.1; TEC2022_Grupo1, TEC2022_Grupo2, TEC2022_Grupo3 e TEC2022_Grupo4 para a turma de Tópicos Especiais em Cerâmica de 2022.1; e MC2023_Grupo1, MC2023_Grupo2, MC2023_Grupo3, MC2023_Grupo4 e MC2023_Grupo5 para a turma de Materiais e Corrosão de 2023.1. O documento na íntegra está disponível no Apêndice II.

Desenvolver e analisar uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada em metodologias ativas que promovem o desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual por meio da linguagem de programação visual - Scratch.

Identificar as competências gerais previstas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Engenharia desenvolvidas por meio da estratégia de ensino e aprendizagem.

Investigar se a estratégia de ensino e aprendizagem construída auxilia na complementação da aprendizagem do componente curricular, identificando o engajamento dos estudantes durante a atividade.

- **Questionário pós-estratégia** – neste instrumento buscou-se investigar o desenvolvimento das competências gerais previstas pelas DCNs de Engenharia, verificar o envolvimento dos estudantes com relação ao desenvolvimento dos experimentos para o laboratório virtual e analisar o engajamento dos estudantes participantes com relação a estratégia de ensino e aprendizagem. Foram elaboradas questões relacionadas ao perfil e as competências gerais baseadas nas DCNs e a contribuição da estratégia no envolvimento e engajamento na complementação da aprendizagem dos estudantes. Para verificar o engajamento dos estudantes foi incluído neste questionário a escala psicométrica *Study & Well-being Survey Student Utrecht Work Engagement Scale (UWES-S)* ou Questionário do bem-estar e Trabalho para estudantes, que foi desenvolvido e validado por Schaufeli e Bakker (2003) baseado na teoria do engajamento no trabalho. Ele é composto por questões sobre vigor (6 perguntas), dedicação (5 perguntas) e absorção (6 perguntas), além de 7 alternativas indicando a frequência que se descreve os sentimentos (0 “zero” significa que “nunca teve tal sentimento” a 6 que significa “sempre teve tal sentimento”), sendo traduzido por Porto-Martins e Benevides-Pereira (2009). O engajamento dos estudantes é um elemento importante para o processo de ensino e aprendizagem. Para Carvalho *et al.* (2023), o conceito de engajamento foi criado no contexto empresarial com objetivo de analisar o desempenho dos profissionais enquanto realizam suas atividades de trabalho, sendo utilizado no contexto educacional, originando o engajamento acadêmico (Latorre; Cruz; Tena, 2024). A semelhança entre os dois tipos de engajamento se dá especialmente no que tange “(1) à obrigatoriedade na realização, (2) processo avaliativo, (3) elevada carga de atividades, (4) realização de tarefas em paralelo e (5) permanente supervisão, no caso, dos professores” (Alves *et al.*, 2020). Essas características se tornam ainda mais evidentes na educação superior à medida que os estudantes adotam novas responsabilidades em suas vidas pessoais e profissionais (Grangeiro *et al.*, 2022). Nesse contexto, o engajamento acadêmico se manifesta em sua plenitude no envolvimento,

desempenho e bem-estar dos estudantes ao executarem as atividades acadêmicas, da mesma maneira que reflete esses mesmos aspectos em trabalhadores no ambiente profissional (Çapri *et al.*, 2017; Carmona-Halty; Schaufeli; Salanova, 2019; Arias-Gundín; Vizoso-Gómez, 2018; Muñoz; Morales, 2019; Calderón-Garrido *et al.*, 2019; Supervía; Bordás, 2020) citado por Grangeiro *et al.*, 2022; Carvalho *et al.*, 2023). No questionário pós-estratégia desta tese foi possível analisar e comprovar as observações e respostas por meio do método de estatística descritiva. O questionário na íntegra é apresentado no Apêndice III;

- **Observação participante** – a pesquisadora esteve envolvida ativamente no ambiente pesquisado, tornando-se parte da situação, explicando, organizando, interagindo e auxiliando nas atividades propostas da estratégia de ensino e aprendizagem, com o objetivo de compreender as perspectivas e contextos de uma maneira mais profunda, coletando e registrando informações por meio da observação direta e participativa, notas descritivas e em conversas informais (Yin, 2015).

Investigar se a estratégia de ensino e aprendizagem construída auxilia na complementação da aprendizagem do componente curricular, identificando o engajamento dos estudantes durante a atividade.

- **Desempenho na atividade** – este instrumento foi solicitado pela professora titular das disciplinas para que os estudantes tenham uma avaliação com relação aos experimentos produzidos, de forma a gerar uma nota (peso 10,0) para compor a média geral do semestre da disciplina. Assim, a professora titular e a pesquisadora construíram rubricas para avaliar o desempenho dos grupos durante a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem. As rubricas estão disponíveis no Apêndice IV;
- **Entrevista semiestruturada** – ao final da estratégia, aplicou-se uma entrevista semiestruturada com a professora titular das disciplinas, a fim de obter um parecer, registrando as percepções e opiniões da professora, obtendo informações em profundidade sobre a condução e a estratégia aplicada aos estudantes. A entrevista foi concebida pela pesquisadora e encontra-se na Seção 5.6.4 do capítulo 5 da tese.

Os dados coletados pelos instrumentos foram disponibilizados individualmente aos estudantes, com exceção do documento sobre a metodologia AC/ABP que foi realizada e preenchida pelo grupo durante a aplicação da atividade, de forma *on-line* no *Google Formulário*, com instruções para o seu preenchimento e enfatizando que deveria ser respondido de forma autêntica e verdadeira. Vale ressaltar que os dados coletados serão utilizados para fins de pesquisa e mantidos de forma sigilosa e anônima, sendo guardados na nuvem (*Google Drive*) por um período de quatro (4) anos e após este tempo, serão totalmente excluídos, conforme previsto pelas recomendações do Comitê de Ética em Pesquisa.

4.6 ANÁLISE E TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

A análise dos dados de uma pesquisa consiste em retirar o sentido mais relevante de textos e imagens, recebidos por meio dos instrumentos de coleta envolvendo a preparação, condução, aprofundamento, representação e interpretação dos dados (Creswell, 2007).

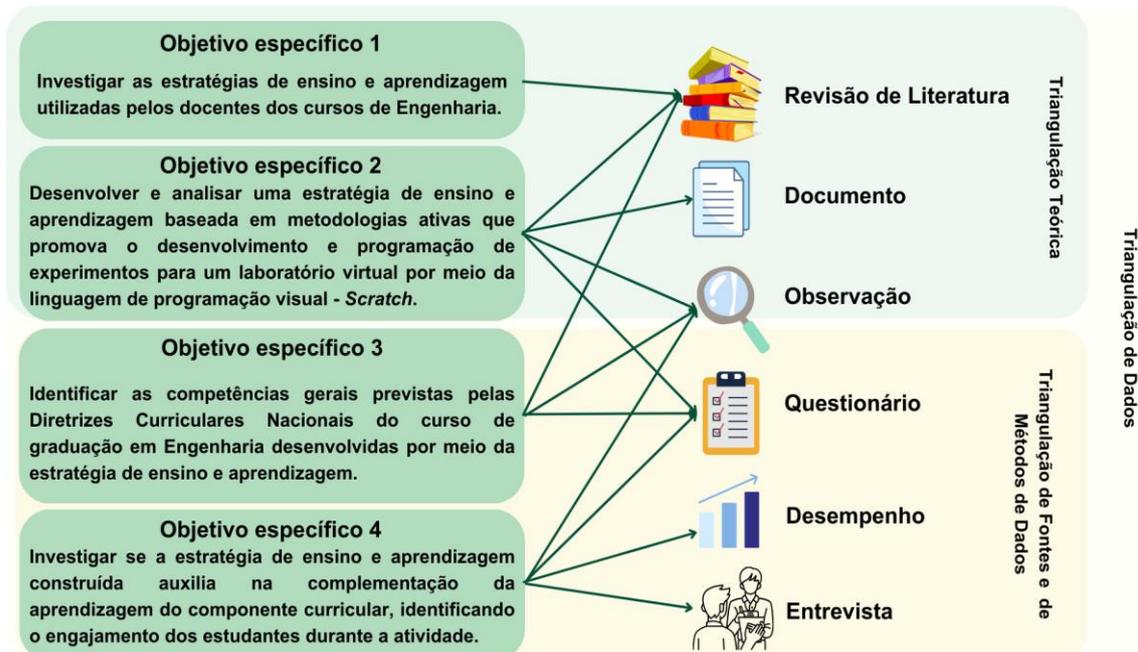
A triangulação de dados de uma pesquisa científica é uma técnica usada para aumentar a validade e a confiabilidade dos resultados, combinando múltiplas fontes de dados, métodos de coleta, teorias ou pesquisadores. Ela ajuda a fornecer uma visão mais completa do fenômeno estudado, reduzindo o viés e permitindo uma análise mais robusta (Yin, 2015). A triangulação apresenta-se em três abordagens complementares:

- a) Triangulação de Fontes de Dados:
 - i) o questionário pós-estratégia aplicado aos estudantes, serve para medir a percepção deles sobre a metodologia AC/ABP, o envolvimento na programação dos experimentos virtuais, o desenvolvimento das competências gerais e o engajamento na atividade;
 - ii) o desempenho acadêmico, utiliza as notas da implementação dos laboratórios virtuais, para observar mudanças quantificáveis no aprendizado entre às turmas participantes;
 - iii) a entrevista com a professora das disciplinas de Engenharia, para verificar *insights* sobre a estratégia de ensino e aprendizagem e as suas percepções sobre o desenvolvimento do laboratório virtual.
- b) Triangulação de Métodos:

- i) Método Qualitativo: A análise de conteúdo de Bardin (2016) identifica temas recorrentes e padrões nas respostas dos estudantes participantes;
 - ii) Método Quantitativo: Os dados do UWES-S são analisados estatisticamente para identificar tendências e correlações significativas.
- c) Triangulação teórica:

O estudo guiou-se pelas seguintes teorias: o Construcionismo (Seymour Papert) e a Aprendizagem Criativa (Mitchel Resnick). O questionário pós-estratégia (perguntas sobre o envolvimento dos estudantes) e os dados do desempenho acadêmico são analisados à luz destas teorias, permitindo explorar como os laboratórios virtuais podem complementar o aprendizado dos estudantes. As convergências entre as previsões teóricas e os dados empíricos fortalecem as interpretações dos resultados, enquanto as divergências fornecem oportunidades para discussões teóricas e sugestões para futuras pesquisas. Diante disso, a Figura 19 apresenta a triangulação de dados desta tese.

Figura 19 - Triangulação de Dados



Fonte: Elaborado pela autora.

Para realizar a análise qualitativa dos dados utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin para sistematizar, classificar e interpretar os dados textuais,

buscando descobrir padrões e tendências, permitindo a extração de significados subjacentes. A análise de conteúdo de Bardin (2016) é delineada da seguinte maneira:

1. **Pré-análise** - Nesta fase, os dados textuais são organizados e preparados para análise, sendo dividida em etapas:
 - a. Escolha dos documentos - consiste na demarcação do que será analisado (a priori ou a posteriori);
 - b. Constituição de *corpus* – refere-se à seleção, organização e identificação dos materiais a serem analisados segundo as regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência;
 - c. Leitura “flutuante” – nesta etapa se tem o contato inicial com os documentos, o conhecimento do texto e se obtém as primeiras impressões e orientações;
 - d. Formulação de hipóteses e dos objetivos – aqui busca-se por orientações e direções específicas para a análise, de forma a focar na pesquisa e garantir que seja conduzida de maneira sistemática e orientada para os resultados desejados;
 - e. Preparação do material – quando ocorre a determinação de indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise;
2. **Exploração do material** - Os dados são divididos em unidades de registro (fragmentos relevantes do texto) e são atribuídas categorias e códigos a essas unidades. A codificação pode ser dedutiva, quando há códigos oriundos da bibliografia, ou indutiva, quando o pesquisador cria seus próprios códigos. Esta etapa é importante pois determina a viabilidade das interpretações e inferências. A codificação, a classificação e a categorização são essenciais nesta fase;
3. **Tratamento dos resultados, inferência e interpretação** – Nesta etapa, os dados são organizados em categorias e subcategorias. A frequência de ocorrência de cada categoria é registrada. Busca-se entender o significado das categorias identificadas, envolvendo uma análise profunda das relações entre as categorias e o contexto em que foram identificadas. Os resultados são resumidos e destacados para fins de análise, levando a interpretações inferenciais. Este é o momento de

aplicar a intuição, a reflexão analítica e o julgamento crítico (Bardin, 2016).

Para auxiliar a análise de conteúdo utilizou-se o *software Atlas.ti 2023*¹⁴ (versão paga sendo possível usá-lo *off-line* ou na nuvem) para sistematizar as etapas da técnica de forma mais organizada.

Na análise quantitativa dos dados foi utilizado técnicas descritivas que visam fornecer uma compreensão inicial dos dados, destacando padrões, tendências e características importantes como as medidas de tendência central e de dispersão. Na análise descritiva realizou-se medidas de confiabilidade dos dados para avaliar a fidedignidade dos *escores* utilizando os coeficientes de *Spearman-Brown*, a partir do método da bipartição, e Alfa de *Cronbach*, com seus respectivos desvios padrões e intervalos de confiança de 95%.

O método de bipartição é uma técnica usada para avaliar a consistência interna de instrumentos de medição, como questionários, dividindo os dados em duas partes iguais para compará-los e verificar sua homogeneidade. Utiliza-se o coeficiente de correlação entre as duas partes, ajustado pela fórmula de *Spearman-Brown*, que corrige a correlação observada para refletir a consistência do teste completo.

Fórmula de Spearman-Brown (Equação 1):

$$r_{full} = \frac{2(r_{half})}{1 + r_{half}} \quad (1)$$

Onde: r_{full} = coeficiente de correlação de *Spearman-Brown* para a mensuração completa;

r_{half} = coeficiente de correlação entre as divisões da mensuração completa.

O Alfa de *Cronbach* é uma medida de consistência interna, ou seja, de quão bem um conjunto de itens (como perguntas em um questionário) mede um único conceito ou constructo. É frequentemente utilizado para avaliar a confiabilidade de escalas ou testes psicométricos, como o da tese que usou o UWES-S. O coeficiente Alfa de *Cronbach* varia de 0 a 1, onde valores mais altos indicam maior consistência interna. É calculado a partir do somatório da variância dos itens individuais e da soma da variância de cada avaliador, pela Equação 2:

¹⁴ Atlas.ti - <https://atlasti.com/>

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (2)$$

Onde: k corresponde ao número de itens (perguntas) do questionário;

S_i^2 corresponde à variância de cada item;

S_t^2 corresponde à variância total do questionário.

A aplicação destas medidas estatísticas contribui significativamente para a robustez e a credibilidade das conclusões da pesquisa, proporcionando uma base sólida para futuras investigações e para a aplicação prática dos achados.

Sendo assim, a escolha dos métodos de pesquisa justifica-se pela necessidade de investigar um fenômeno emergente no contexto educacional, proporcionando uma análise tanto prática quanto teórica. Esses métodos são adequados para alcançar os objetivos do estudo, uma vez que permitem uma exploração detalhada do envolvimento dos estudantes, ao mesmo tempo em que produzem conhecimentos aplicáveis e mensuráveis sobre os laboratórios virtuais na educação em Engenharia.

O desenvolvimento e a programação de experimentos virtuais por estudantes de Engenharia, além de ser uma estratégia inovadora no ensino de disciplinas técnicas, possui um potencial adaptável a uma ampla variedade de contextos e áreas de conhecimento. A prática de criar experimentos virtuais, que integra conteúdos curriculares com o uso de ferramentas tecnológicas, não só estimula a compreensão dos conteúdos específicos, mas também promove habilidades que podem ser transferidas para outros contextos educacionais e disciplinas.

A estratégia de ensino e aprendizagem desta tese pode ser adaptada para outros contextos, disciplinas e áreas do conhecimento, ampliando o alcance do processo de ensino e aprendizagem. O envolvimento dos estudantes na criação de experimentos virtuais demonstra que essa prática pode ser aplicada a qualquer conteúdo curricular, independentemente da área de conhecimento. Desde disciplinas das ciências exatas e naturais até as ciências sociais, humanas e artes, a programação de experimentos virtuais oferece uma forma inovadora de ensino e aprendizagem. Essa flexibilidade, aliada aos benefícios educacionais que promove, torna essa estratégia um recurso importante para o desenvolvimento de uma educação interdisciplinar, criativa e alinhada com as demandas da era digital.

4.7 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

O processo de elaboração do relatório final desta pesquisa, exige uma organização meticulosa e um planejamento rigoroso, não apenas para garantir a coesão e a clareza do trabalho, mas também para manter o foco ao longo do estudo.

Deve-se seguir uma estrutura clara e coerente para garantir que o documento esteja completo, organizado, fundamentado e que seja compreensível. Para isso, precisa-se reunir as descobertas e resultados, sendo complementado por imagens, tabelas e gráficos, além de ser escrito de forma objetiva e baseado em dados e evidências concretas do estudo. Durante o processo, devem ser delineados os pontos positivos e negativos revelando as limitações da pesquisa. Por fim, os resultados são divulgados na tese e em artigos científicos publicados.

A construção, condução, aplicação e os resultados e discussão da estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias estão descritos em detalhes no capítulo 5.

5 LABVIRT EDU: *SCRATCH* NAS ENGENHARIAS

Neste capítulo é descrito a concepção e a elaboração da estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias, de acordo com o protocolo e o desenho da aplicação da pesquisa (Figura 22).

5.1 FASE A – ETAPA 1: ELABORAÇÃO

Na etapa de elaboração foram realizadas pesquisas, levantamento bibliográfico e a revisão de literatura sobre as temáticas envolvidas no estudo com o intuito de compreender e conceber o problema e embasar a pesquisa. Além do fundamento teórico, que sustenta a etapa final da pesquisa, a elaboração corresponde a Introdução, o Referencial Teórico e os Trabalhos Correlatos.

5.2 FASE A – ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa realizou-se o planejamento, a construção e o desenvolvimento da estratégia de ensino e aprendizagem, Labvirt EDU: *Scratch* nas Engenharias. A pesquisadora e a professora titular selecionaram as disciplinas, o curso de Engenharia e organizaram o cronograma semestral da atividade. Reuniu-se os conteúdos, materiais didáticos e tutoriais da linguagem de programação visual - *Scratch* para a construção do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para os estudantes realizarem seus estudos de forma autônoma e no seu ritmo.

Para que a comunicação entre os envolvidos (professoras e estudantes) seja mais assertiva e imediata, criou-se um grupo de mensagens instantâneas, a fim de trocar informações e tirar dúvidas, para que todos tenham acesso aos mesmos esclarecimentos. Este tipo de comunicação é realizado por 50% dos professores conforme a Pesquisa TIC Educação 2022 (p. 101, 2023), sendo uma das estratégias utilizadas para interagir com os estudantes por meio da Internet.

De forma a esclarecer a apresentação da estratégia de ensino e aprendizagem aos estudantes, formulou-se um roteiro que descreve resumidamente as suas etapas como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Roteiro da Estratégia de ensino e aprendizagem

Etapas	Estratégia/ Atividade	Descrição
1	Apresentação da estratégia - LabVirt EDU: <i>Scratch</i> nas Engenharias.	Inicia-se a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem na metade do semestre letivo, para que a professora titular lecionasse os conteúdos da ementa curricular e os estudantes conheçam os conceitos a serem utilizados posteriormente nos experimentos virtuais. Diante disso, apresenta-se a estratégia aos estudantes por meio de slides, abordando o objetivo, a metodologia (AC/ABP), o problema, o AVA, o cronograma e demais informações relevantes à atividade. Ao final da apresentação, os estudantes são convidados a participarem da pesquisa, assinarem o TCLE (impresso) e discutirem, juntamente com as professoras, informalmente, sobre seus conhecimentos prévios relacionados à temática da atividade.
2	Módulo 1: Conhecendo e Programando com o <i>Scratch</i> .	A partir da apresentação, os estudantes podem interagir com o AVA para acessar o Módulo 1: Conhecendo e Programando com o <i>Scratch</i> e suas atividades. Os participantes têm em torno de um (1) mês para aprender a usar ferramenta e estudar a linguagem de programação visual. Esta etapa é realizada no formato assíncrono e acompanhada no grupo de mensagens. Neste módulo, os estudantes realizam as atividades (tutoriais) individualmente para aprender a linguagem de programação visual e depois utilizá-la como plataforma de desenvolvimento dos seus experimentos virtuais.
3	Módulo 2: Criando Experimentos para Laboratório Virtual	Após a finalização do Módulo 1, os estudantes se reúnem em grupos para escolherem um conteúdo da disciplina já estudado, e assim, iniciam a programação do experimento. Eles têm um (1) mês para programarem e finalizarem este módulo e o experimento virtual. A pesquisadora continua acompanhando, tira as dúvidas e auxilia na implementação por meio do grupo de mensagens e presencialmente. Durante o processo de aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem, a professora titular da disciplina auxilia nas dúvidas dos estudantes com relação ao conteúdo curricular.
4	Apresentação dos Experimentos	Após a finalização do Módulo 2, em um encontro presencial no final do semestre, os grupos de estudantes apresentam o experimento virtual para a turma e professoras, explicando o conteúdo abordado, a usabilidade, programação e os desafios encontrados durante o processo da atividade. Nesta etapa, realiza-se a observação, o registro por meio de fotografias e uma conversa informal para analisar o processo da estratégia e da aprendizagem. Nesta fase também ocorre a avaliação por meio de rubricas, previamente disponibilizadas no início do semestre no AVA, resultando em uma nota (de 0 a 10) para compor a média da disciplina.
5	Questionário da Pesquisa	Para finalizar a pesquisa, ocorre a coleta dos dados dos participantes. Os estudantes são convidados a participar do preenchimento do questionário pós-estratégia com o objetivo de identificar o desenvolvimento das competências gerais, o envolvimento ao usar a metodologia ativa proposta e o engajamento dos estudantes na construção de experimentos

		virtuais para complementar a aprendizagem dos conteúdos curriculares.
--	--	---

Fonte: Elaborada pela autora.

Na primeira etapa do roteiro, tem-se a apresentação da estratégia de ensino e aprendizagem por meio de *slides*¹⁵, a explicação da atividade, os objetivos, os exemplos de experimentos virtuais, o cronograma e o AVA que será um dos apoios dos estudantes na condução da atividade. A Figura 20 demonstra um dos *slides* de apresentação.

Figura 20 - *Slide* da estratégia de ensino e aprendizagem



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a apresentação dos *slides*, a pesquisadora demonstra o acesso ao AVA - LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias¹⁶, sua usabilidade e navegabilidade. Na *homepage* tem-se as boas-vindas aos estudantes, introduz a temática da estratégia de ensino e aprendizagem e apresenta-se as guias: “Atividade”, “Agenda”, “Dicas”, “Seu Experimento”, “Rubricas”, “Pesquisa” e “Equipe Técnica”. A Figura 21 mostra a tela inicial do AVA.

¹⁵ Slides de Apresentação - https://www.canva.com/design/DAFM3J8P--Q/Sb2KDIX5vsfvVEiys4qUFw/view?utm_content=DAFM3J8P--Q&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

¹⁶ AVA - LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias - <https://sites.google.com/view/scratchnasengenharias/home>

Figura 21 - LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias

Fonte: Elaborado pela autora.

Na guia “Atividade”, o estudante é direcionado para a página que apresenta os dois módulos da estratégia de ensino e aprendizagem: Módulo 1 - Conhecendo e Programando com *Scratch* e o Módulo 2 - Criando Experimentos para Laboratórios Virtuais. A Figura 22 apresenta a tela da guia Atividade, com os respectivos módulos.

Figura 22 - Módulos 1 e 2 da Atividade



Fonte: Elaborado pela autora.

Na segunda etapa do roteiro, os estudantes acessam o Módulo 1 e realizam o estudo relacionado a linguagem de programação visual - *Scratch*. Neste módulo é contextualizado sobre o *Scratch*, sua origem, seus conceitos, finalidades e funcionalidades, sendo disponibilizadas seis (6) atividades na forma de cartões de aprendizagem (tutoriais em .pdf) cujo intuito é oportunizar aos estudantes aprender programação visual em blocos para promover a criatividade. As seis (6) atividades são: Inicie Explorando, Anime um ator, Jogo do Pega-pega, Crie uma História, Jogo da Tabuada e Desafios.

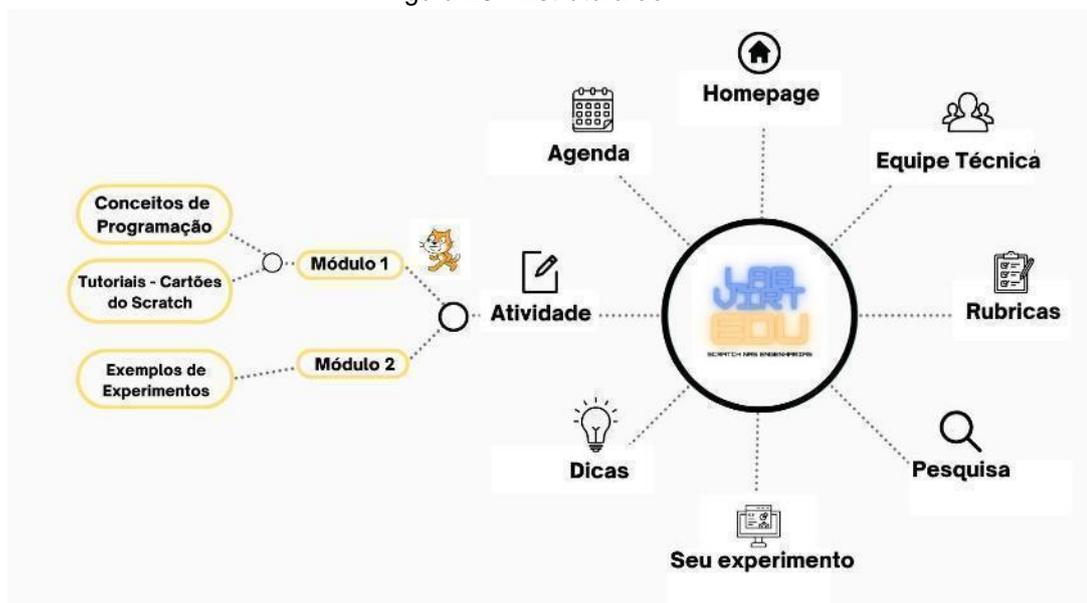
Ainda no Módulo 1, encontram-se duas (2) outras páginas para auxiliar na aprendizagem dos conceitos básicos de programação. As páginas são: “Conceitos de Programação” e “Tutoriais”. Na página “Conceitos de Programação” é disponibilizado aos estudantes, videoaulas gravadas pela pesquisadora explicando sobre os conceitos de Variável, Lista (Vetor) e *Procedures*. Já a página “Tutoriais”, trata-se dos Cartões de Aprendizagem Criativa do *Scratch* desenvolvidos pela equipe do MIT e pela Rede de Aprendizagem Criativa que pode auxiliar os estudantes a programarem ações específicas dentro do *software*, como por exemplo, animar personagens, detectar a câmera de vídeo do computador, criar um diálogo entre personagens, entre outros. Após finalizarem os estudos sobre o *Scratch*, os alunos acessam o Módulo 2.

Na terceira etapa do roteiro, apresenta-se o Módulo 2 que relata os conteúdos sobre a metodologia AC/ABP, a espiral da AC, os 4 P's, os experimentos e o laboratório virtual. Para exemplificar de forma visual os experimentos no *Scratch*, foram incorporados a página “Exemplos de Experimentos”, modelos de projetos desenvolvidos por outros usuários, tornando o entendimento dos estudantes mais claro e objetivo.

Na guia "Agenda", apresenta-se o cronograma das aulas, as datas dos encontros presenciais e a data da apresentação final dos experimentos. Na guia “Dicas” estão as informações importantes, na forma de imagens em carrossel, para os estudantes-*designers* desenvolverem seus experimentos de forma criativa. Na guia “Seu Experimento”, encontra-se um formulário (caixa de texto) para que os estudantes enviem o *link* do seu projeto para a apresentação final. Na guia “Rubricas”, os estudantes visualizam em formato pdf, os aspectos em que serão avaliados ao final da estratégia de ensino e aprendizagem. A guia “Pesquisa” contém o questionário relacionado ao estudo final (que é liberado ao final da estratégia) e a guia “Equipe

Técnica” apresenta a equipe envolvida nesta pesquisa. A Figura 23 demonstra a estrutura do AVA e suas respectivas guias.

Figura 23 - Estrutura do AVA



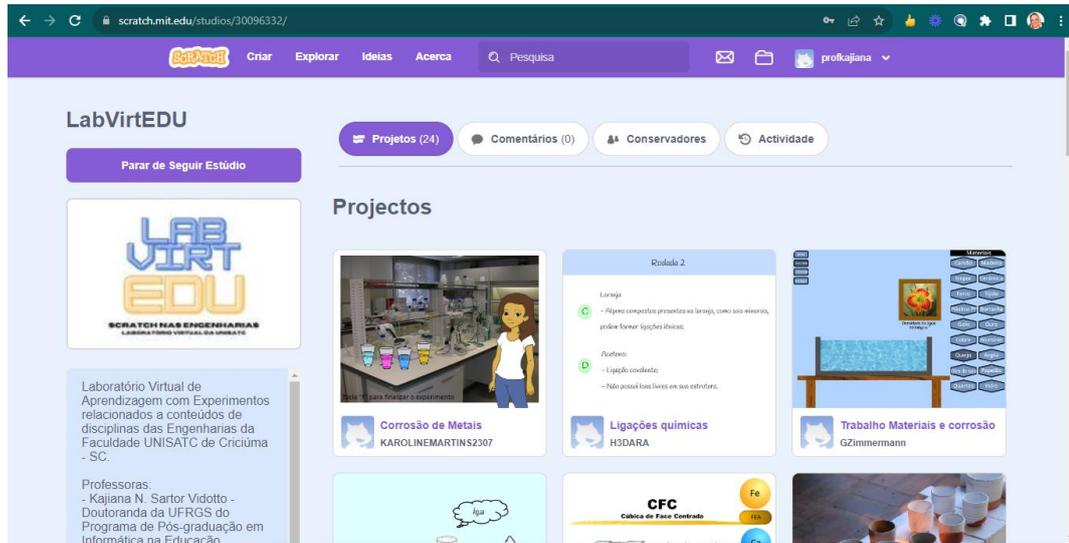
Fonte: Elaborado pela autora.

O Laboratório Virtual das Engenharias (LabVirt EDU)¹⁷, é um espaço criado na própria plataforma de desenvolvimento dos experimentos virtuais, na seção Estúdio do *Scratch*. Inicialmente, foram inseridos quatro (4) projetos para que os estudantes consigam abstrair e compreender o que é e quais são as possibilidades que a ferramenta disponibiliza para a programação dos projetos. Após o estudo preliminar, foram inseridos os projetos compartilhados pelos estudantes por meio dos *links*, agrupando os projetos para formar o laboratório virtual proposto.

O LabVirt EDU pode ser acessado pela barra de pesquisa do *site* ou por meio do seu *link* (nota de rodapé). Nele, estão reunidos os experimentos inicialmente inseridos pela pesquisadora (os que servem como exemplos), os projetos do estudo preliminar e os do estudo final. O objetivo do LabVirt Edu é propiciar aos estudantes participantes desta pesquisa e outros usuários, criar, manipular e/ou remixar projetos para disponibilizá-los no LV. A Figura 24 mostra a tela inicial do LabVirt EDU.

¹⁷ LabVirt EDU - <https://scratch.mit.edu/studios/30096332/>.

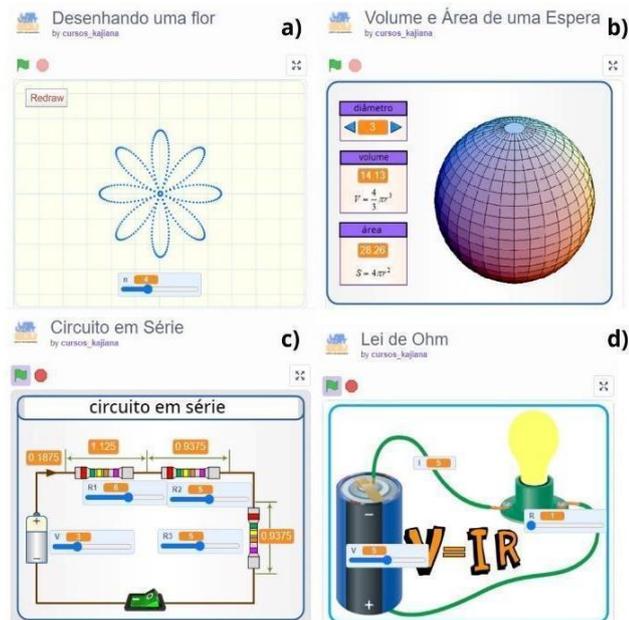
Figura 24 - LabVirt EDU: Scratch nas Engenharias



Fonte: Elaborado pela autora.

Os quatro (4) projetos inseridos inicialmente no LabVirt EDU servem de exemplos para que os estudantes possam explorar, abstrair e interagir com os experimentos, identificando suas funcionalidades, usabilidade, navegação e *design* para então compreenderem as possibilidades da ferramenta. Os experimentos disponibilizados foram: Desenhando uma flor (a), Volume e Área de uma Espera (b), Circuito em série (c) e Lei de Ohm (d). A Figura 25 apresenta os projetos, respectivamente.

Figura 25 - Exemplos de projetos de experimentos do LabVirt EDU



Fonte: Elaborado pela autora.

Na quarta etapa do roteiro é realizada a apresentação dos experimentos virtuais pelos grupos dos estudantes participantes da pesquisa, além da avaliação dos projetos por meio das rubricas. Rubrica é uma ferramenta que indica, em uma escala, as expectativas específicas para o desempenho de uma determinada tarefa. São elaboradas por meio da descrição detalhada da tarefa, dos aspectos que serão avaliados, da escala que descreve os diferentes níveis e da descrição dos níveis de desempenho, em cada um dos aspectos da tarefa (Stevens; Levi, 2013; Fernandes, 2021; Cavalcante *et al.*, 2022). Sendo assim, foram construídas rubricas para verificar e acompanhar o progresso dos estudantes com relação ao desenvolvimento do experimento virtual e da atividade.

A quinta e última etapa, é a aplicação do questionário pós-estratégia aos estudantes participantes e a entrevista semiestruturada com a professora titular da disciplina.

5.3 FASE A – ETAPA 3: ESTUDO PRELIMINAR

Na Etapa 3 da Fase A, foi realizado um estudo preliminar com o objetivo de analisar a estratégia de ensino e aprendizagem e os instrumentos de coleta dos dados construídos para verificar possíveis adaptações e melhorias para a Fase B da pesquisa. Estudos preliminares são instrumentos, em pequena escala, capazes de reproduzir os meios e métodos planejados utilizando dados achados na coleta de dados final (Mackey; Gass, 2005; Silva; Oliveira, 2015). Os dados coletados proporcionam uma visão abrangente da atividade, indicando potenciais caminhos e oportunidades de aprimoramento na pesquisa.

Na seção seguinte será discutido o estudo preliminar realizado para embasar a pesquisa.

5.3.1 Estudo Preliminar

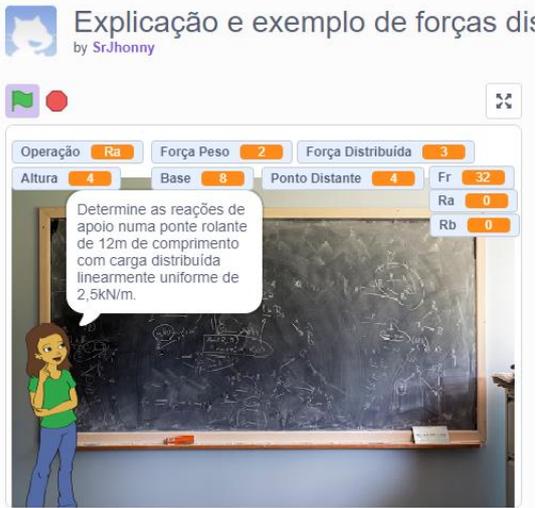
O estudo preliminar ocorreu em 2021 no segundo semestre (2021.2) durante a pandemia do COVID-19. Feito de forma remota com uma turma da 5ª fase na disciplina de Estática dos cursos de Engenharias na UNISATC, totalizando 25 estudantes participantes. Esta disciplina abrange os cursos de Engenharia Química,

Engenharia Elétrica, Engenharia de Minas, Engenharia Mecatrônica e Engenharia Mecânica.

Seguiu-se o roteiro do Quadro 5 nos encontros realizados de forma síncrona pelo *Microsoft Teams*¹⁸. A atividade teve início no dia 14 de outubro de 2021.2 com a apresentação da estratégia para a turma, o compartilhamento dos *slides* e a explicação detalhada da atividade. A partir daí os participantes estudaram o Módulo 1 (estudo da ferramenta *Scratch*) no período de um (1) mês (até 14 de novembro) e na sequência tiveram mais um (1) mês (até 10 de dezembro) para colocarem em prática os novos conhecimentos e programarem seus experimentos virtuais.

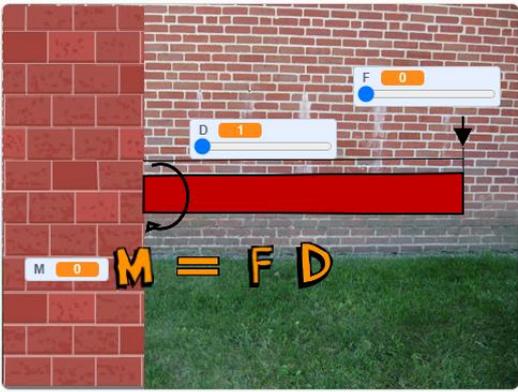
Os experimentos virtuais foram apresentados, explicados e executados remotamente. Os estudantes demonstraram a programação e o conteúdo, efetivando o processo de aprendizagem tanto como indivíduos quanto em grupo. O Quadro 6 apresenta os experimentos desenvolvidos pelos estudantes da turma de Estática e as suas respectivas descrições.

Quadro 6 - Experimentos virtuais do estudo preliminar

Experimentos Virtuais	Descrição
	<p>Título: Cargas Distribuídas</p> <p>O experimento apresenta inicialmente uma breve explicação do conteúdo na forma de diálogo entre personagem e usuário. Após a explanação é demonstrado por meio de fórmulas e variáveis como é calculada a Fr, Ra e Rb, usando exemplos. Além disso, aborda conceitos como altura, base, força, peso, ponto distante, força distribuída. Em seguida é solicitado ao usuário valores referentes às variáveis a serem realizados o cálculo, demonstrando os resultados nas fórmulas. Esse projeto pode ser utilizado de maneira a complementar a explicação do conteúdo, demonstrando ser mais visual do que interativo.</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/604910403</p>

¹⁸ Plataforma de comunicação e colaboração que utiliza bate-papo, videoconferências, armazenamento de arquivos e integração de aplicativos no local de trabalho.

 **Momento de Uma Força**
by MauricioManenti



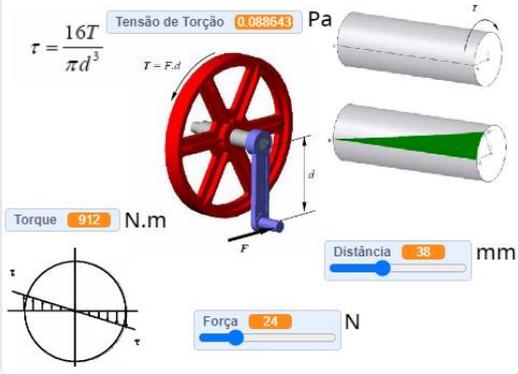
Título: Momento de uma Força

O experimento apresenta os conceitos relacionados ao conteúdo, o valor do Momento é diretamente proporcional à Força e Distância onde é aplicado essa Força. Demonstra um exemplo da empregabilidade na prática, em sistemas de alavancas, de forma que se consegue gerar um esforço muito maior com a mesma força apenas variando a distância dessa força, ou seja, quanto maior a distância maior o esforço exercido no ponto. Nas instruções do projeto descreve-se em detalhes como proceder para utilizar e visualizar as alterações das variáveis da fórmula de forma visual. O usuário interage com o experimento por meio dos botões deslizantes alterando os valores das variáveis e visualizando os possíveis resultados.

URL do Experimento virtual:

<https://scratch.mit.edu/projects/596838174>

 **torção na manivela**
by eric116610

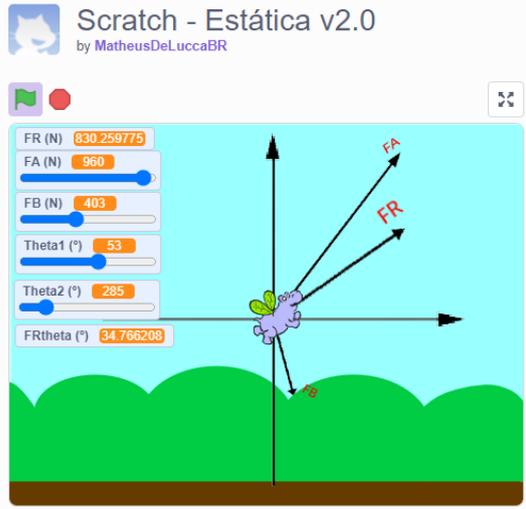


Título: Torção

O conteúdo abordado neste experimento é Torção. Ele apresenta os conceitos sendo demonstrado por meio de gifs animados, fórmulas, variáveis e botões deslizantes, tornando seu funcionamento interativo de forma a experimentar na prática os conceitos abstratos do conteúdo. Esse projeto pretende complementar o conteúdo previamente explicado e apresentado pelo professor de forma que os estudantes visualizem de forma rápida e simples o cálculo da fórmula de tensão da torção, verificando os valores do torque, força e distância.

URL do Experimento Virtual:

<https://scratch.mit.edu/projects/604776215/>

	<p>Título: Vetores e suas forças resultantes</p> <p>O conteúdo abordado é "Vetores e suas forças resultantes". O experimento apresenta as instruções necessárias para sua utilização, descrevendo os principais conceitos do conteúdo com o objetivo de que seus usuários identifiquem e verifiquem o comportamento dos vetores de forma clara e visual, obtendo a força resultante como resposta. O experimento é considerado simples e conciso, deixando claro aos usuários os conceitos e sua funcionalidade, de forma lúdica e intuitiva.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/611120618</p>
	<p>Título: Decomposição de Vetores</p> <p>O conteúdo abordado é "Decomposição de vetores". Este experimento apresenta os conceitos por meio de exemplos didáticos e na sequência no plano cartesiano. A interação do usuário se dá pelas setas de direção para visualizar os módulos da decomposição do vetor FA e nas várias apresentadas no experimento (FX, FY, e o módulo de F). O experimento é didático e explicativo, de forma a complementar o conteúdo sobre decomposição de vetores de forma visual e interativa.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/596931448</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar do estudo preliminar ter sido realizado de forma remota, por meio de encontros síncronos, revelou-se uma experiência promissora e positiva, especialmente considerando o contexto desafiador da pandemia da COVID-19. Diante das limitações impostas pelo distanciamento social, os estudantes conseguiram concluir integralmente a atividade proposta, demonstrando envolvimento, capacidade de adaptação e aproveitamento significativo do formato remoto.

No total foram desenvolvidos cinco (5) experimentos virtuais. Os grupos foram formados por no máximo cinco (5) estudantes devidamente matriculados na disciplina, de forma voluntária, anônima e sigilosa.

O estudo preliminar contribuiu para a comunidade acadêmica com a publicação do artigo intitulado *Scratch* nas Engenharias: Alunos desenvolvedores de

experimentos para laboratório virtual de Vidotto *et al.* (2022) para a Revista Renote v. 20.

5.3.2 Resultados do Estudo Preliminar

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo preliminar para oportunizar a verificação de necessidades e dificuldades relacionadas à atividade e à pesquisa.

A análise dos dados referentes aos projetos concentrou-se principalmente no acompanhamento e observação dos encontros presenciais nos quais foram desenvolvidas as atividades, avaliado a participação dos estudantes no AVA, no grupo de mensagem instantânea, nas produções dos estudantes e no questionário aplicado ao final da execução da atividade proposta.

O Gráfico 1 demonstra o resultado da seguinte questão: “O objetivo da estratégia ficou bem definido e apresentado a você, durante o encontro síncrono e presencial realizado pelas professoras, bem como descrito no AVA e no grupo de mensagens instantâneas?”.



Fonte: Elaborado pela autora.

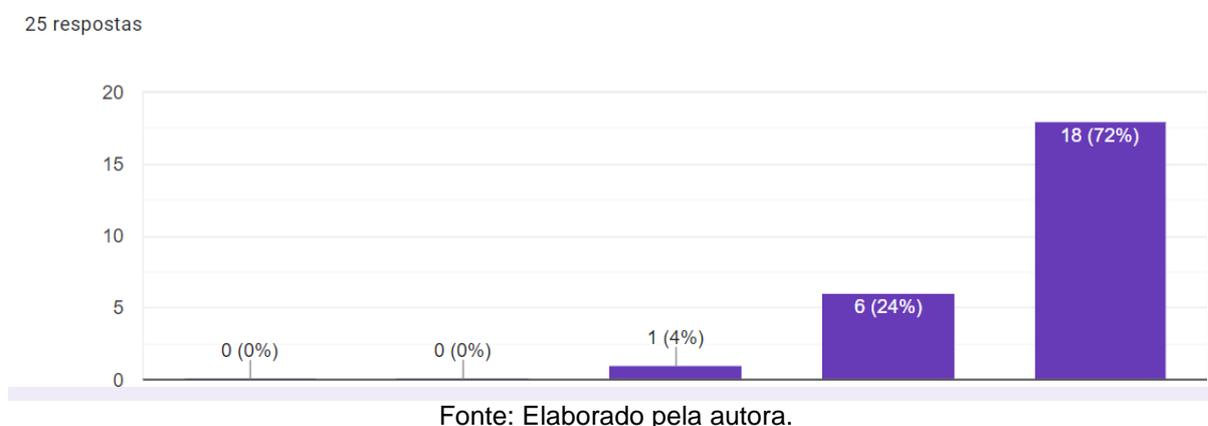
O resultado apontou que grande parte dos estudantes (88%) considerou o objetivo bem definido e apresentado, demonstrando que poucos (12%) ficaram indecisos com relação ao entendimento da atividade, mesmo em se tratando de um encontro síncrono por causa da pandemia do COVID-19. A compreensão do estudante com relação ao objetivo da estratégia é muito importante no sentido de que

eles são os protagonistas da atividade, os desenvolvedores, os criadores dos experimentos virtuais, e desta forma, a explicação e o entendimento são relevantes para facilitar o processo prático.

Vale ressaltar que os estudantes entenderam a proposta de construir um experimento virtual fidedigno a um experimento físico, de forma que atenda às necessidades de aprender os conteúdos curriculares utilizando as tecnologias, e que ao executar o experimento seja possível visualizar o seu funcionamento como ele realmente é.

Considerando a importância do AVA e do material didático disponibilizado aos estudantes para que eles possam desenvolver a autonomia, a pesquisa, o desenvolvimento da criatividade entre outras competências para aprender a linguagem de programação visual, foi perguntado: “De acordo com uma escala de 1 a 5, o quanto você considerou o AVA completo dos conteúdos relevantes para aprender o Scratch e a atividade?”. O Gráfico 2 mostra as respostas a esta pergunta, em escala Likert, sendo 1 (um) considerado incompleto e 5 (cinco) considerado completo.

Gráfico 2 - AVA e Material didático da Atividade



As respostas demonstraram que nenhum estudante considerou o AVA incompleto ou quase incompleto, e um (1) estudante (4%) ficou indiferente à amplitude do AVA. Somando-se as respostas dos concordantes, 96% afirmaram que o material didático estava completo ou quase completo para a resolução da atividade e da linguagem de programação visual, especialmente.

O Quadro 7 apresenta os pareceres dos estudantes com relação ao AVA, cujo objetivo foi auxiliá-los na aprendizagem da plataforma *Scratch* e obter informações relevantes da atividade e da pesquisa.

Quadro 7 - Comentários sobre o AVA

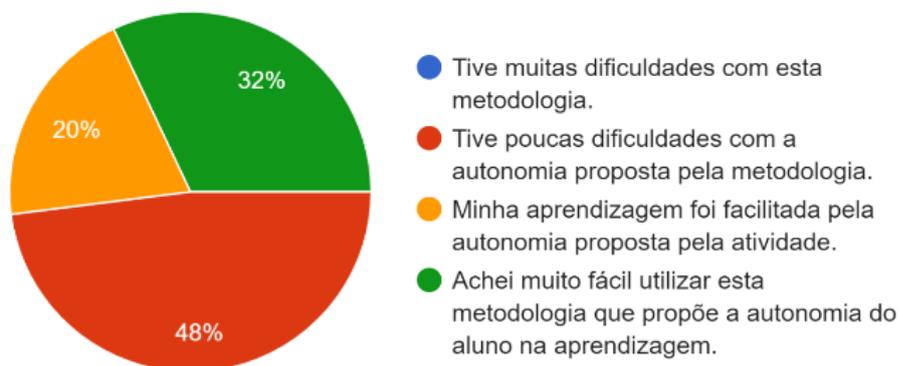
Disciplina de Estática 2021.2
<i>Boa ferramenta, permite propor bastante ideias.</i>
<i>O AVA poderia ter algumas videoaulas para incrementar o conteúdo disponível.</i>
<i>Plataforma de fácil aplicação em atividades, para desenvolver de forma intuitiva assuntos de Engenharia.</i>
<i>Bem completo.</i>
<i>Bem legal, uma plataforma com um conjunto de conhecimento interativo.</i>
<i>Muito fácil de usar, mas tive que ver muitos vídeos na internet, pois não sou muito bom em programação.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Os comentários sobre o AVA foram positivos e relevantes em se tratando de que os estudantes precisavam, primeiramente, aprender a ferramenta para depois programar os experimentos virtuais. Neste sentido, observou-se que não houve muitas dificuldades com relação às atividades disponibilizadas. Quanto ao comentário sobre "...ter algumas vídeo aulas...", na página "Conceitos de Programação" do AVA foram disponibilizadas videoaulas sobre os conceitos básicos de programação, como variável, vetores, procedures e laboratórios. Diante disso, percebe-se que o estudante pode não ter encontrado a página com as videoaulas, por motivo de navegabilidade, de usabilidade do AVA ou de interesse com a atividade.

Para identificar a autonomia e o protagonismo dos estudantes com relação à aprendizagem, perguntou-se sobre o desenvolvimento destas competências com relação à metodologia, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Autonomia e protagonismo no aprendizado

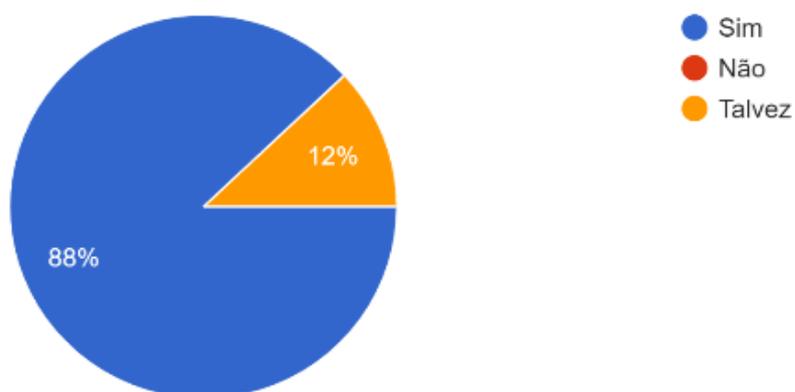


Fonte: Elaborado pela autora.

Os estudantes da turma de Estática não escolheram a opção “ter muitas dificuldades com a metodologia”, revelando que a atividade não foi complexa para eles e que tiveram poucas dificuldades em relação à autonomia proposta pela metodologia, com 48% dos respondentes. A opção “Minha aprendizagem foi facilitada pela autonomia proposta pela atividade” obteve 20% das respostas e “achei muito fácil utilizar esta metodologia que propõe a autonomia do aluno na aprendizagem”, com 32% dos participantes. Os resultados apontam que grande parte dos estudantes participantes da pesquisa consideraram que a metodologia oportunizou a autonomia e o protagonismo no que tange o desenvolvimento da aprendizagem.

A questão sobre o conteúdo disponibilizado referente à aprendizagem da linguagem de programação visual ter sido suficiente para conseguir desenvolver e programar os experimentos virtuais, obteve os seguintes resultados como mostra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Desenvolvimento do experimento virtual



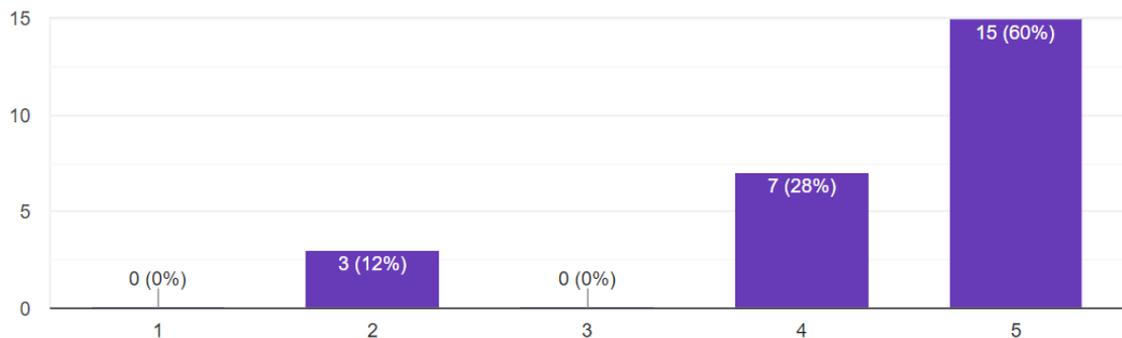
Fonte: Elaborado pela autora.

As respostas do Gráfico 4 demonstram que 88% dos estudantes consideraram o material didático disponível no AVA suficiente para o desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais. Este resultado é significativo pois revela que grande parte dos estudantes não precisaram buscar por outras fontes de informações (pesquisas) para auxiliar no processo de aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch*.

A questão relacionada à metodologia AC/ABP buscou identificar se os estudantes consideraram ter desenvolvido um experimento realista perpassando pelas etapas propostas pela metodologia. O Gráfico 5 apresenta as respostas.

Gráfico 5 - Metodologia AC/ABP

25 respostas



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo as respostas do Gráfico 5, a maioria dos estudantes (88%) consideraram ter construído seus experimentos de forma autêntica e condizente com a realidade, utilizando os conteúdos curriculares da disciplina de forma fidedigna e a metodologia AC/ABP. Nesta questão foi possível verificar que os experimentos foram implementados de acordo com o conteúdo curricular escolhido, como observado pela professora da disciplina.

Pode-se concluir que os estudantes da turma de Estática das Engenharias se envolveram ativamente na estratégia proposta, apesar de ser diferente de tudo que eles já utilizaram em seus cursos. A atividade foi considerada “criativa”, “muito educativa”, “intuitiva”, “dinâmica”, “divertida” e “desafiadora”, conforme citadas na pesquisa. Com relação a programação, todos os cinco (5) grupos conseguiram construir os experimentos para o laboratório virtual.

Os resultados da avaliação por rubricas realizadas pela professora e pesquisadora para esta turma demonstrou valores significativos para a pesquisa: a nota do ES_Grup01 foi 8,0 pontos, do ES_Grup02 foi 10,0 pontos, do ES_Grup03 foi 9,0 pontos, do ES_Grup04 foi 10,0 pontos e do ES_Grup05 foi 10,0 pontos. Analisando a média das notas e o seu desvio padrão, obteve-se os valores de 9,4 pontos e 0,89, respectivamente, podendo observar uma dispersão relativamente baixa em relação à média apontando uma boa consistência nos dados e que a maioria dos alunos teve um desempenho semelhante, com pequenas variações ao redor da média. Obs: (ES_Grup01: ES significa a turma de Estática e Grupo1 significa o primeiro grupo analisado).

Ao final do estudo preliminar foi realizada uma entrevista informal com a professora titular da disciplina para verificar seu parecer com relação à estratégia de ensino e aprendizagem e a condução da atividade. Com a entrevista foi possível observar possibilidades de ajustes e especialmente, identificar se o objetivo da disciplina foi atingido no que tange a complementação da aprendizagem dos estudantes com relação aos conteúdos da disciplina. O relato da professora foi o seguinte:

“Com as metodologias ativas que a universidade vem implementando na instituição esta atividade proposta pela pesquisadora com o uso do Scratch e os conteúdos curriculares das disciplinas trouxe formas diferentes e inovadoras de instigar o interesse dos estudantes pela busca do aprendizado de forma simples e dinâmica. A interdisciplinaridade foi um dos princípios importantes da atividade, quando os estudantes aprenderam e utilizaram uma linguagem de programação para implementar um laboratório virtual com os conteúdos da disciplina curricular. Os estudantes se dedicaram na construção deste conhecimento, buscando integrar as fórmulas e os conteúdos teóricos no experimento virtual. Um conteúdo que seria finalizado em duas ou três aulas, foi discutido durante o semestre e no decorrer da prática, sendo possível tirar dúvidas, corrigir e buscar por soluções para os problemas, efetivando a aprendizagem daquele conteúdo. Com isso, os alunos foram se tornando os protagonistas da própria aprendizagem, desenvolvendo a autonomia, a criatividade, o trabalho em equipe, entre outras competências, com auxílio das professoras” (MNSF, 2021).

Na realização do estudo preliminar foi possível comprovar que os estudantes de cursos de Engenharias podem construir, desenvolver e programar experimentos

para laboratórios virtuais, de forma a tornarem-se protagonistas da sua aprendizagem, no seu ritmo, de forma autônoma e com o auxílio do professor. Por fim, constatou-se que os estudantes se sentiram envolvidos e motivados para novos desafios com o uso da ferramenta, tornando a estratégia LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias relevante e adequada para auxiliar na complementação da aprendizagem de componentes curriculares dos cursos de Engenharia, mesmo diante do formato on-line da atividade em razão da pandemia.

O ambiente virtual proporcionou ferramentas eficazes para a comunicação e colaboração, permitindo que todos participassem das discussões e desenvolvessem a atividade prevista. A interação em tempo real (síncrona) garantiu o suporte necessário para esclarecimento de dúvidas e para a troca de ideias, simulando de forma satisfatória a dinâmica de uma sala de aula presencial.

A ausência de problemas significativos durante a execução da atividade reforça o potencial das tecnologias digitais como aliadas no processo educacional, mesmo em situações emergenciais como a pandemia. Essa experiência destacou a resiliência dos estudantes e a viabilidade do uso de estratégias de ensino remoto para manter a continuidade da aprendizagem em momentos de crise.

5.4 FASE B – ETAPA 4: ESTUDO FINAL

A Fase B refere-se, fundamentalmente, ao estudo final e à escrita do relatório. Ele foi realizado no período de 2022 a 2023, abrangendo os semestres de 2022.1, 2022.2 e 2023.1 com as turmas voluntárias das disciplinas de Materiais e Corrosão, Tópicos Especiais em Cerâmica e Materiais e Corrosão, respectivamente. Os encontros foram divididos em presenciais e *on-line*. A turma da disciplina de Materiais e Corrosão de 2022.1 contou com quinze (15) estudantes participantes, a disciplina de Tópicos Especiais em Cerâmica com doze (12) estudantes e a turma de Materiais e Corrosão de 2023.1 com dezessete (17) participantes, todos devidamente matriculados. Para o estudo final, obteve-se quarenta e quatro (44) estudantes voluntários na pesquisa, e com isso foi possível focar na qualidade das respostas em detrimento da quantidade de participantes, analisando em profundidade as percepções individuais.

Na condução do estudo, manteve-se a metodologia de trabalho já relatada na Fase A: Etapa 2 - Desenvolvimento, porém com ajustes relacionados aos

instrumentos de coleta pós-estratégia para obter as respostas às questões de pesquisa e alcançar os objetivos do estudo. Após o processo de coleta, os dados foram organizados em planilhas no *Microsoft Excel* para serem analisados conforme à metodologia da pesquisa já descrita no capítulo 4.

Na seção seguinte, apresenta-se a condução da estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias.

5.4.1 Condução da estratégia de ensino e aprendizagem

A primeira disciplina do estudo final foi Materiais e Corrosão da 7ª fase do curso de Engenharia Química. Iniciou-se no dia 12 de maio e finalizou no dia 12 de julho de 2022, de maneira híbrida (em razão do final da pandemia), totalizando 15 estudantes participantes. A condução da pesquisa seguiu da mesma forma do estudo preliminar, sendo realizada poucas atualizações no AVA e no questionário para a interação e coleta dos dados dos novos participantes da pesquisa.

A segunda disciplina foi Tópicos especiais em Cerâmica da 10ª fase do curso de Engenharia Química. O início se deu no dia 02 de setembro e finalizou no dia 18 de novembro de 2022, de forma presencial, com a participação de 12 estudantes. A terceira turma, foi de Materiais e Corrosão da 7ª fase da Engenharia Química que iniciou no dia 11 de maio e finalizou no dia 13 de julho de 2023, com 17 estudantes participantes.

O tempo de realização das atividades permaneceram os mesmos, um (1) mês para a realização do Módulo 1 e um (1) mês para o Módulo 2. A apresentação dos experimentos foi realizada no final de cada semestre, de forma presencial. Os grupos apresentaram e explicaram o conteúdo curricular utilizado, executaram os experimentos, demonstraram a programação e o processo da atividade. Os Quadros 8, 9 e 10 demonstram os experimentos virtuais desenvolvidos pelos estudantes da turma de Materiais e Corrosão de 2022.1, de Tópicos Especiais em Cerâmica de 2022.2 e de Materiais e Corrosão de 2023.1 do curso de Engenharia Química, e suas respectivas descrições.

Quadro 8 - Experimentos Virtuais de Materiais e Corrosão 2022.1

Experimentos Virtuais	Descrição
	<p>Título: Corrosão</p> <p>O conteúdo abordado é a corrosão de lâminas de ferro. A simulação acontece quando as lâminas de ferro são inseridas em diferentes soluções, como água destilada, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, cloreto de sódio e permanganato de potássio e todas elas com 1 ml de ferricianeto de potássio. Após a animação das lâminas de ferro sendo inseridas nas soluções, o experimento apresenta imagens de cada lâmina e as características de acordo com a corrosão analisada. Ao final, o personagem realiza algumas perguntas aos usuários como: “Na sua opinião, a análise colorimétrica é importante nestes ensaios?”; “Qual solução foi mais agressiva a lâmina de ferro?”. Elas são respondidas e finaliza-se o experimento. Como resultado, pode-se perceber que o projeto foi programado de acordo com o planejado com poucas interações do usuário, sendo relatado que gostariam de mais tempo para formular mais questões a fim de motivar os usuários quanto a usabilidade.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/704370931</p>
	<p>Título: Resistência dos Materiais</p> <p>Apresenta a simulação da queda livre de alguns elementos como um carro, relatando por meio do personagem de que liga ele é feito e de que forma os átomos de ferro se comportam para criar a resistência mecânica. Após, é apresentado um copo de vidro para descrever como são as ligações e o que acontece com elas ao sofrerem um impacto ao cair. Pode-se observar neste experimento que os estudantes não desenvolveram o projeto de acordo com o planejado, não procuraram a ajuda das professoras para sanar as dúvidas, faltando a interação com o usuário no experimento, o <i>design</i> deveria ter sido melhor explorado e a quantidade de objetos a serem apresentados com relação ao conteúdo foram insuficientes para auxiliar no aprendizado com exemplos.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/696627819</p>



Título: Ligas Metálicas

Inicialmente, o projeto apresenta 2 metais na tela inicial (alumínio e cobre). O usuário deve escolher um deles para iniciar o experimento (clitando sobre a imagem do metal). Ao clicar no alumínio, aparecem outros dois metais (estanho e zinco) para realizar a liga metálica e obter o resultado e informações desse processo. Por exemplo, caso o usuário clique no alumínio e depois no estanho, aparecerá as características do produto resultante e o exemplo de utilização desta liga e assim respectivamente para a liga de alumínio e zinco, cobre e estanho e cobre e zinco. Pode-se perceber que o experimento foi bem programado, não apresentando erros, o *design* e as imagens foram muito bem selecionados e aplicados de maneira que o usuário compreenda e visualize os conceitos abstratos deste conteúdo.

URL do Experimento virtual:

<https://scratch.mit.edu/projects/704263038>



Título: Metais de Sacrifício

Este projeto apresenta uma história lúdica de um polvo (personagem) que inicia o diálogo com o usuário perguntando sobre um metal de sacrifício que poderia ser usado para aumentar a vida útil da sua bateria que é feita de ferro. O personagem contextualiza a pergunta com os conceitos e o usuário precisa digitar o metal de sacrifício adequado para que a bateria de ferro não enferruje, então por meio de uma lista de opções, o usuário digita a resposta e assim recebe o *feedback* adequado. O segundo questionamento se dá em relação ao revestimento adequado para o seu navio que é feito de zinco, e da mesma forma, o personagem contextualiza e o usuário digita o símbolo do metal de sacrifício adequado, recebendo o *feedback* da resposta. E a terceira pergunta é sobre uma espada de níquel que precisa de uma bainha e o personagem quer saber, com base nas informações, qual o melhor metal para se fazer a bainha para a espada, assim o usuário digita o símbolo do metal e obtém o *feedback* a sua resposta. Este experimento foi planejado e programado adequadamente, o *design* e a usabilidade estão organizados e de fácil entendimento para a sua utilização, o usuário tem um *feedback* no momento da sua resposta, visualizando os erros e os acertos contribuindo assim com a aprendizagem do usuário.

URL do Experimento virtual:

<https://scratch.mit.edu/projects/703824106>

	<p>Título: Corrosão de um prego de ferro</p> <p>Aborda o conteúdo sobre a corrosão de metais, contextualizando e explicando sobre conceitos de corrosão, deterioração, reações de oxidação, pontes salinas, entre outros. Este trabalho é uma animação com duas personagens que dialogam sobre a corrosão de um prego. Elas descobrem quais as características das soluções em que ele será inserido e após um período, o que acontece com ele. Aqui se observa a oxidação e a deterioração. Neste projeto observa-se que os estudantes realizaram uma animação entre os personagens tornando o projeto mais explicativo e visual, demonstrando e relatando os acontecimentos relacionados ao conteúdo abordado.</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/696643449</p>
	<p>Título: Ensaio de Tração – Tensão x Deformação</p> <p>Simula o ensaio de resistência à tração de três ligas metálicas (alumínio, Aço 1020 e latão) relacionando tensão x deformação. Ao clicar em um elemento, ele aparecerá na prensa hidráulica e com a interação do usuário, ele é prensado e então é demonstrado o gráfico de tração e de deformação respectivamente. O mesmo acontece para os demais elementos. Percebe-se nesse experimento que os estudantes se preocupam com o realismo do projeto utilizando imagens reais de um laboratório e a simulação do funcionamento da prensa hidráulica. Os resultados da tração e da deformação foram bem apresentados, mas perceberam que o tempo de visualização dos valores pelos usuários poderia ser maior.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/696629679</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 9 - Experimentos Virtuais de Tópicos Especiais em Cerâmica 2022.2

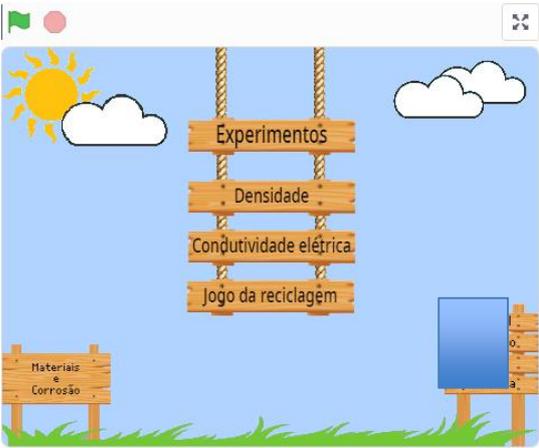
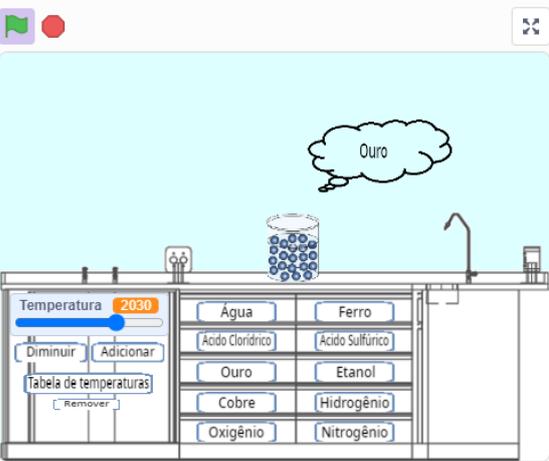
Experimentos Virtuais	Descrição
	<p>Título: Queima de Telhas e Tijolos</p> <p>Este projeto simula um forno para a queima de telhas e tijolos. O personagem inicia perguntando o nome do usuário e indica que ele deve clicar nos botões referentes a telhas ou tijolos para digitar o valor da temperatura de queima da telha e o tempo que ela leva para uma queima correta, para o tijolo o processo acontece da mesma forma. O personagem explica a temperatura e o tempo adequados e caso não seja, ele explica o que acontece com as telhas e os tijolos caso os valores sejam inadequados. O experimento pode auxiliar os usuários na aprendizagem das temperaturas e tempo da queima correta das telhas e dos tijolos.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/742683857</p>
	<p>Título: Fábrica Cerâmica</p> <p>Seu objetivo é simular um controle de inspeção de peças cerâmicas. Este controle se dá por meio de uma esteira, onde aparecem peças cerâmicas com deformidades ou não e a partir daí o usuário precisa clicar no botão verde, se a peça estiver sem defeitos ou no botão vermelho, caso a peça apresente alguma deformidade. Após selecionar o botão verde ou vermelho, o experimento irá dar o <i>feedback</i> positivo ou não ao usuário. Segundo os estudantes, eles gostariam ter tido mais tempo para adicionar imagens peças reais, com e sem defeitos e aprimorar o experimento com pontuação de acertos e erros, e também adicionar os possíveis defeitos que podem ocorrer nas peças cerâmicas, reforçando a aprendizagem do usuário sobre o tema em estudo no experimento.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/760345401</p>

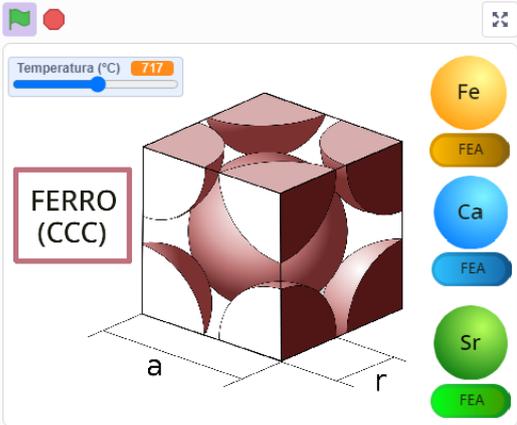
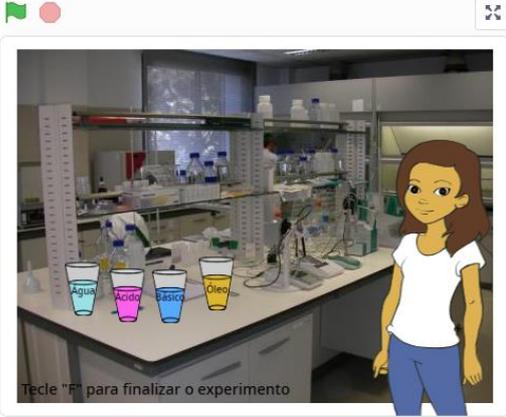
	<p>Título: Fusão de Fritas</p> <p>Este projeto simula o processo de fabricação de frita cerâmica deste a seleção da matéria-prima, a dosagem, o misturador, o silo de alimentação, o forno e a fusão dos materiais. Este trabalho pode ser considerado explicativo com relação ao conteúdo abordado e visual, com relação às etapas do processo de fabricação de fritas cerâmicas.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/767081182</p>
	<p>Título: Funcionamento de um forno cerâmico</p> <p>O projeto se apresenta na forma de um quiz contendo perguntas sobre o tempo e a temperatura de queima de um vaso cerâmico, em três passos. Caso o usuário não acerte o tempo e a temperatura referente a queima do vaso, o quiz recomeça. O que se pode observar é que o usuário não tem o <i>feedback</i> dos erros, e por isso deve ser utilizado como um complemento da aprendizagem após o estudo do conteúdo em sala de aula ou com o auxílio de uma folha de atividades fornecida pelo professor, por exemplo.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/768729667</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 10 - Experimentos Virtuais de turma de Materiais e Corrosão 2023.1

Experimentos Virtuais	Descrição
	<p>Título: Ligações Químicas</p> <p>O experimento “Ligações Químicas” foi desenvolvido e programado no formato de um jogo com o objetivo de apresentar os conceitos de estruturas químicas e condutividade de materiais utilizados tanto na indústria química quanto no dia a dia. Nele apresenta-se dois Erlenmeyer com soluções distintas, uma conduz eletricidade e a outra não. O usuário precisa seguir as instruções e as explicações para “acertar” aquela que irá conduzir eletricidade e acender a lâmpada, fazendo pontos para cada acerto. Este projeto se torna interessante para a aprendizagem do conteúdo pois as explicações relacionadas aos elementos, caso o usuário não acerte a questão, é retomada com o objetivo de que o usuário</p>

	<p>aprenda com o erro, de forma lúdica, visual e interativa.</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/857564224</p>
	<p>Título: Densidade e condutividade elétrica</p> <p>Este experimento apresenta os conceitos de densidade e de condutividade elétrica. No início do projeto, o usuário escolhe (clcando) no botão de um dos dois conceitos para começar. Na etapa sobre densidade, pode-se escolher um (1) dos dezoito (18) elementos disponíveis e então conhecer a sua densidade e descobrir se ele boia ou afunda em um tanque com 1000 kg/m^3 de água. Na etapa de condutividade elétrica, pode-se escolher (clcando) em um dos materiais a direita e conhecer se ele é condutor de energia ou não. Nas duas etapas, os estudantes criaram uma brincadeira durante a proposta do experimento onde um ratinho entra no processo, recolhendo um pedaço de queijo. Uma terceira etapa foi a inserção de um jogo sobre reciclagem de lixo, que pode ser escolhido no início do experimento ou nos botões durante a execução das outras duas etapas citadas anteriormente. Percebe-se que o experimento é intuitivo, explicativo, visual e divertido, demonstrando os conceitos abstratos do conteúdo de forma prática e dinâmica. Pode ser utilizado como complemento da aprendizagem dos conceitos de densidade e condutividade elétrica após o estudo em sala de aula.</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/859158201</p>
	<p>Título: Estado de Agregação e Temperatura</p> <p>Apresenta o estado de agregação e temperatura, os pontos de fusão e ebulição de dez (10) elementos disponibilizados na bancada do laboratório (cenário do experimento), na forma de botão (água, ácido clorídrico, ouro, cobre, oxigênio, ferro, ácido sulfúrico, etanol, hidrogênio e nitrogênio). Na barra "Temperatura" (variável deslizante) o usuário pode aumentar ou diminuir calor do seu componente, ou então, clicar nos botões "Diminuir" e "Adicionar" observando a alteração na barra deslizante de temperatura. Desta forma, o usuário pode observar a variação do estado de agregação do material selecionado (com imagens na bancada). No botão "Tabela de Temperaturas" pode ser visto os pontos de fusão e ebulição de cada elemento. O experimento pode ser utilizado para auxiliar na aprendizagem do conteúdo de forma a complementar o</p>

	<p>conhecimento sobre o estado de agregação, ponto de fusão e ebulição dos elementos disponíveis.</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/865529220</p>
	<p>Título: Comportamento dos metais com a temperatura</p> <p>Aborda o conteúdo sobre estruturas cristalinas e o comportamento dos metais com relação à temperatura. Ele inicia com um personagem apresentando o experimento e em seguida pede-se ao usuário que selecione um dos metais disponíveis na tela (na forma de botões). Após essa visualização, o usuário deve deslizar o botão da variável deslizante da temperatura para avaliar o comportamento da estrutura cristalina do elemento escolhido. Além disso, cada metal possui seu botão de Fator de Empacotamento Atômico (FEA) que pode ser utilizado para descobrir o fator e o número de células unitárias do metal em uma determinada temperatura. Este experimento auxilia na visualização dos conceitos abstratos de três metais e suas respectivas estruturas cristalinas informando suas características de Fator de Empacotamento Atômico (FEA).</p> <p>URL do Experimento virtual: https://scratch.mit.edu/projects/870927291</p>
	<p>Título: Corrosão dos Metais</p> <p>Este experimento virtual discorre sobre a corrosão dos metais. Inicialmente a personagem pergunta ao usuário para iniciar a explicação e a prática com relação aos metais e as soluções que podem ser utilizadas para realizar a experimentação. Assim que o usuário seleciona o metal e a solução na qual será submerso o metal, após um tempo, o metal é apresentado corroído ou não dependendo da sua escolha, demonstrando o resultado do experimento. Entretanto, não é apresentada a explicação em relação ao resultado pois nesse momento é aberto para discussão entre os estudantes de forma a esclarecer o conteúdo demonstrado no experimento.</p> <p>URL do Experimento Virtual: https://scratch.mit.edu/projects/871005903</p>

A atividade, que no estudo preliminar foi inicialmente realizada de forma totalmente *on-line* durante a pandemia, foi adaptada para o formato híbrido, combinando momentos *on-line*, para aprender a linguagem de programação visual e presenciais, como na apresentação dos experimentos virtuais. Essa adaptação mostrou-se igualmente positiva, com os estudantes demonstrando uma transição adequada e concluindo a atividade sem problemas significativos, assim como na turma anterior.

Já a atividade aplicada com as turmas de Tópicos especiais em Cerâmica (2022.2) e Materiais e Corrosão (2023.1) foram realizadas no formato híbrido, com encontros presenciais e atividades *on-line*. A parte *on-line* permitiu aos alunos manterem a flexibilidade e o acesso aos recursos digitais, enquanto os momentos presenciais favoreceram a interação direta e a troca de experiências de maneira mais imediata. Essa combinação equilibrou os benefícios de ambos os formatos, garantindo a continuidade da aprendizagem de forma eficaz e envolvente.

A estratégia de ensino e aprendizagem transcorreu de maneira fluida, evidenciando que o planejamento cuidadoso e a familiaridade dos estudantes com os recursos tecnológicos contribuíram para a conclusão positiva da atividade. Essa experiência reafirma a eficácia dessa abordagem para atividades educacionais, mostrando-se uma alternativa viável e promissora para diferentes contextos de ensino.

Por meio da experiência com a turma de Materiais e Corrosão de 2023.1 foi produzido e submetido um artigo intitulado “Programação de experimentos virtuais como estratégia de ensino e aprendizagem para as engenharias” para a revista *Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade* em janeiro de 2024 (Qualis A4).

Para comprovar a realização desta tese, registrou-se em fotografias os momentos das apresentações dos experimentos virtuais. Vale ressaltar que todos os grupos e participantes aceitaram divulgar suas fotos e seus trabalhos para esta pesquisa. A Figura 26 apresenta cinco (5) grupos de estudantes e seus experimentos virtuais.

Figura 26 - Apresentação dos experimentos virtuais



Fonte: Elaborado pela autora.

Mediante o exposto, a estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias desta tese permitiu que os estudantes da Engenharia Química, ao perpassar pelo ciclo da AC/ABP, construíssem e programassem experimentos para um laboratório virtual, mesmo sem ter formação em computação, de forma simples, didática e motivadora, tornando-os protagonistas do próprio conhecimento, desenvolvendo as competências gerais, segundo as DCNs e auxiliando na complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares das disciplinas. A análise e a discussão dos resultados estão descritas em detalhes na seção 5.6 desta tese.

5.5 FASE B – ETAPA 5: REALIZAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

A escrita do relatório final ocorreu conforme descrito no item 4.7 do capítulo 4 da Metodologia da pesquisa.

A tese exigiu uma organização cuidadosa e um planejamento detalhado, não apenas para assegurar a coesão e a clareza do trabalho, mas também para manter o foco ao longo de todo o estudo. Foi essencial seguir uma estrutura clara e lógica para garantir que o documento estivesse completo, bem fundamentado e fosse facilmente compreendido. Para isso foi necessário reunir as descobertas e os resultados, complementando-os com imagens, tabelas e gráficos, além de escrever de forma objetiva e baseada em dados e evidências concretas obtidas durante o estudo. Assim, os resultados foram apresentados na tese e publicados em artigos científicos, como pode ser lido no Apêndice V - Produções intelectuais derivadas.

5.6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO FINAL

Nesta seção apresenta-se os resultados e discussões das etapas previstas na metodologia e desta forma, obtém-se aportes para responder o problema de pesquisa e os objetivos para a conclusão da tese.

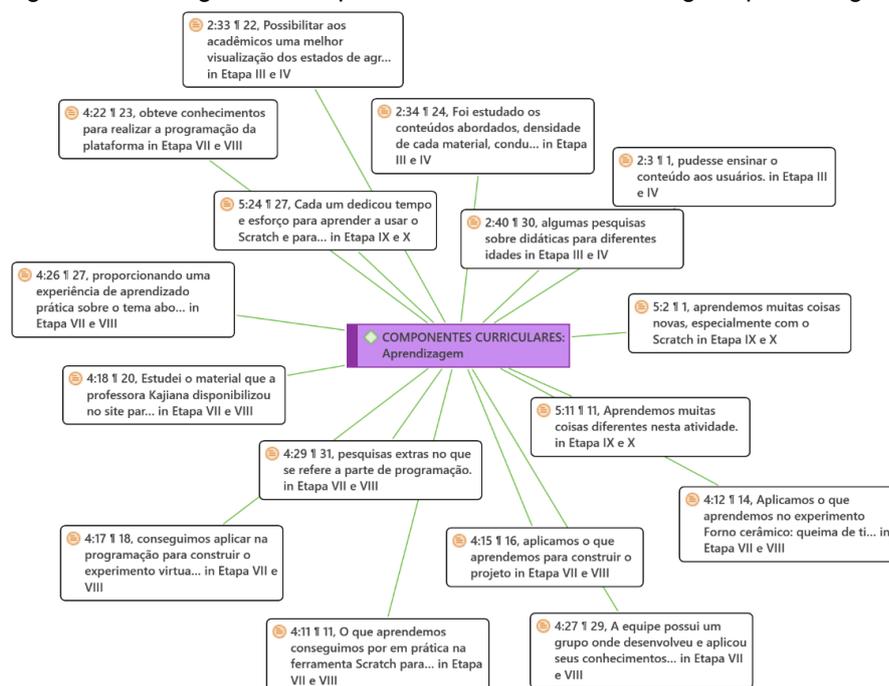
5.6.1 Metodologia AC/ABP

Para a análise referente a metodologia AC/ABP da estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016) com o auxílio do *software* Atlas.ti 23 (versão paga) para a organização e sistematização dos documentos. O documento sobre a metodologia foi preenchido pelos grupos de estudantes de cada uma das três (3) turmas do estudo final durante o desenvolvimento e programação dos experimentos, e entregue à pesquisadora ao final do processo.

Na etapa de Pré-análise, os documentos foram transcritos integralmente no *software* editor de texto *Microsoft Word*. A seguir, criou-se um novo projeto no *software* Atlas.ti 23, na aba “*New Project*”, e foram adicionados (importados) os arquivos, na aba “*Add Documents*”, para a realização da leitura “flutuante” e obter uma compreensão geral do texto. Vale ressaltar que o Atlas.ti 23, suporta para múltiplos formatos: textos (.docx, .pdf), imagens, áudios, vídeos e planilhas. Constituiu-se assim, o *corpus* da análise por meio de uma leitura aprofundada do conteúdo para preparar o material. A Figura 27 apresenta a tela do Atlas.ti 23 com o projeto criado para a realização da análise.

Para a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016) foi aplicada a análise temática ou categorial que demonstrou por meio do tema as seguintes citações como mostra a Figura 29. A análise (análise de redes) utilizou o recurso de mapas visuais para explorar conexões entre códigos, documentos e categorias. A Categoria “Componentes Curriculares” apresentou uma frequência de 59 citações divididas em três (3) códigos: “Aprendizagem”, “Conteúdos disciplinares” e “Auxílio das professoras”.

Figura 29 - Categoria: “Componentes curriculares” – código “Aprendizagem”

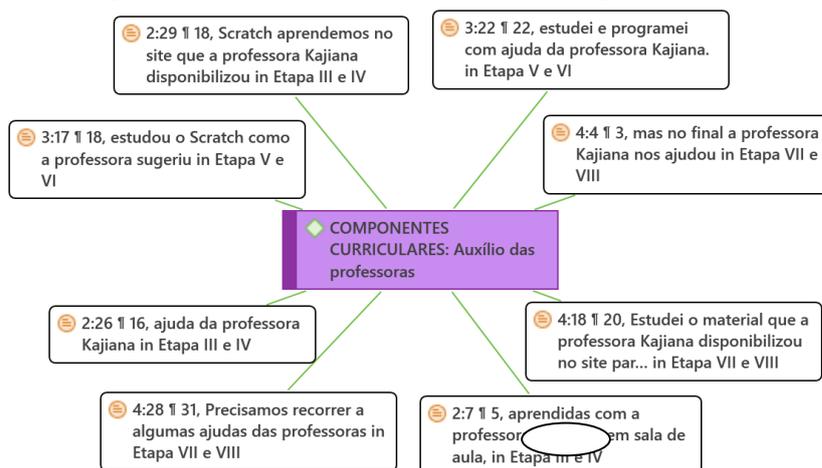


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

No código "Aprendizagem" os estudantes relataram que estudaram novamente os conteúdos curriculares das disciplinas, aprenderam a usar o *Scratch* e os conceitos relacionados a programação para então conseguirem criar os experimentos virtuais de acordo com a estratégia de ensino e aprendizagem proposta, resultando uma frequência de 16 citações. Os alunos afirmaram que aprenderam a ferramenta de forma individual, como proposto pela estratégia, e após a formação do grupo realizaram a troca de aprendizagens e informações para construírem e programarem os experimentos virtuais. Citaram ainda que aprenderam coisas novas, diferentes e interessantes com esta atividade.

Na Figura 30 podem ser observadas as citações relacionadas ao código “Auxílio das professoras” que demonstraram o apoio da professora titular sobre os conteúdos das disciplinas e da pesquisadora com relação ao uso da linguagem de programação - *Scratch* para o desenvolvimento dos experimentos virtuais.

Figura 30 - Categoria: “Componentes Curriculares” – código “Auxílio das professoras”

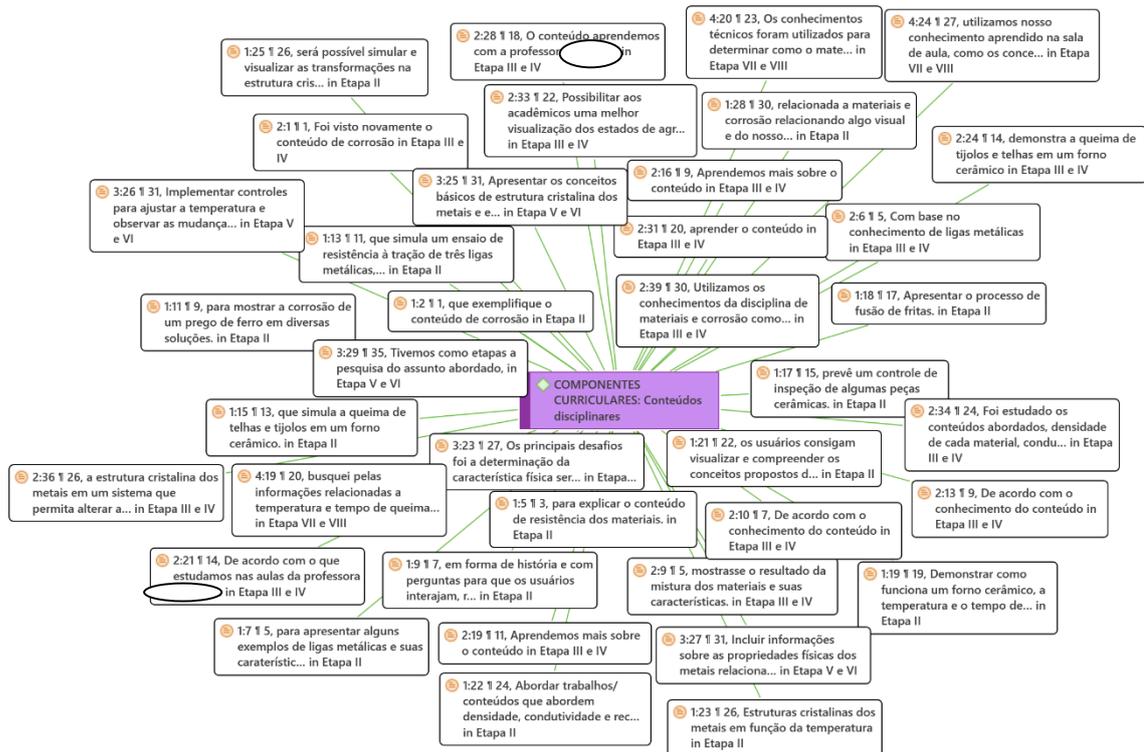


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

As citações apresentam que as professoras estiveram envolvidas durante todo o processo, cada uma na sua área de estudo, o que torna a experiência mais completa e profunda, sendo demonstradas pela frequência de 8 citações. Os professores, como mediadores do processo de ensino e aprendizagem, têm a capacidade de unir conhecimentos de diversas áreas, promovendo uma compreensão mais abrangente por parte dos estudantes. A orientação, o conhecimento e a experiência desempenham um papel fundamental na formação de profissionais mais capacitados e adaptáveis, prontos para enfrentar os desafios do mercado de trabalho (Bacich; Moran, 2018).

A Figura 31 apresenta as citações do código “Conteúdos disciplinares” que relatam o uso dos conceitos curriculares para a construção dos experimentos virtuais nas três (3) turmas.

Figura 31 - Categoria: “Componentes Curriculares” – código “Conteúdos disciplinares”

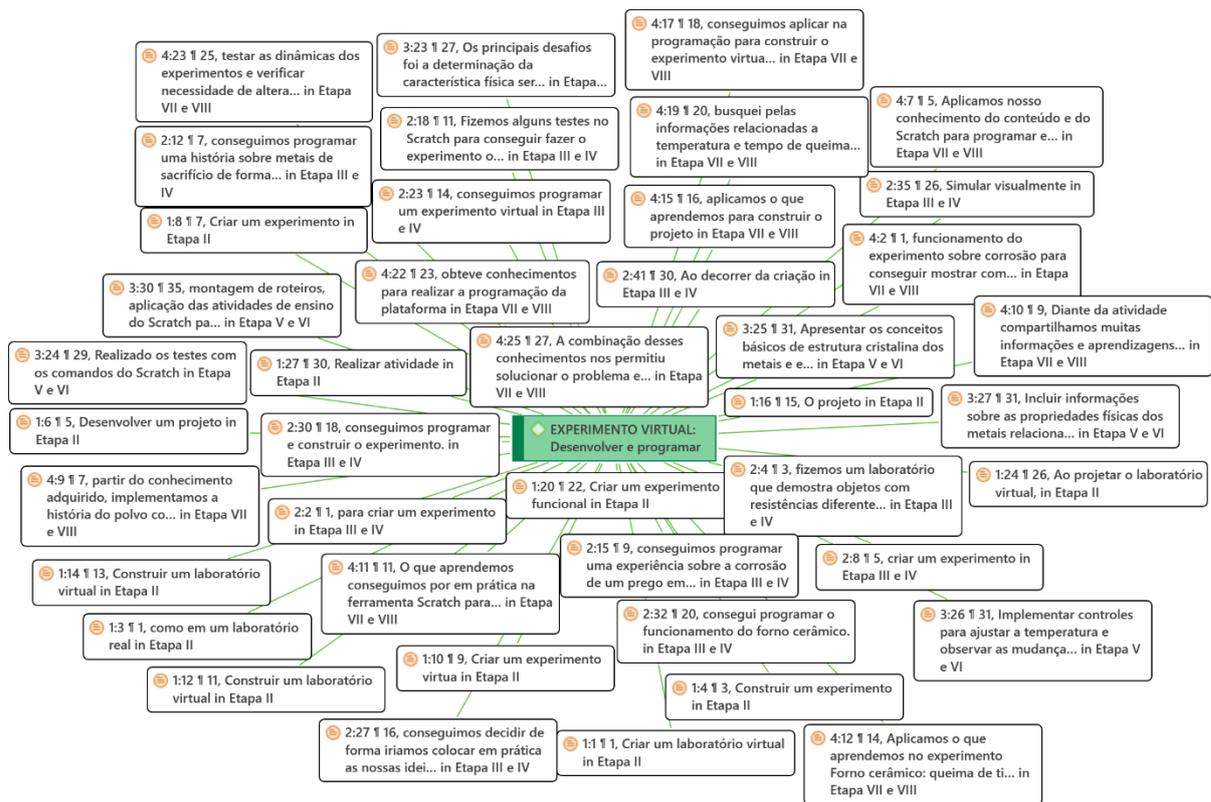


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

Com uma frequência de 38 citações, os estudantes afirmaram que usaram os conceitos aprendidos em sala de aula com a professora titular para desenvolverem e programarem os experimentos virtuais. O relato da professora foi relevante quando ela cita que durante a atividade os estudantes a solicitaram várias vezes para tirar dúvidas sobre os conteúdos durante o processo, algo que não ocorre em outras atividades em que ela aplicou metodologias ativas. Isso aconteceu na turma do estudo preliminar e nas turmas do estudo final, constatando o envolvimento dos estudantes com relação a atividade e efetivando a aprendizagem do conteúdo curricular.

A Categoria “Experimento Virtual” obteve a frequência de 116 citações divididas em quatro códigos: “Desenvolver e programar”, “Linguagem de programação visual”, “Trabalho em grupo” e “Avaliação do experimento pelos estudantes”. Na Figura 32 observa-se a frequência de 42 citações no código “Desenvolver e programar” que apresenta a construção dos experimentos, os testes realizados na ferramenta *Scratch*, o fato de conseguirem programar com base no que foi aprendido da ferramenta e a combinação dos conhecimentos (conteúdo e linguagem de programação visual) para construir os projetos.

Figura 32 - Categoria: “Experimentos virtual” – código “Desenvolver e programar”

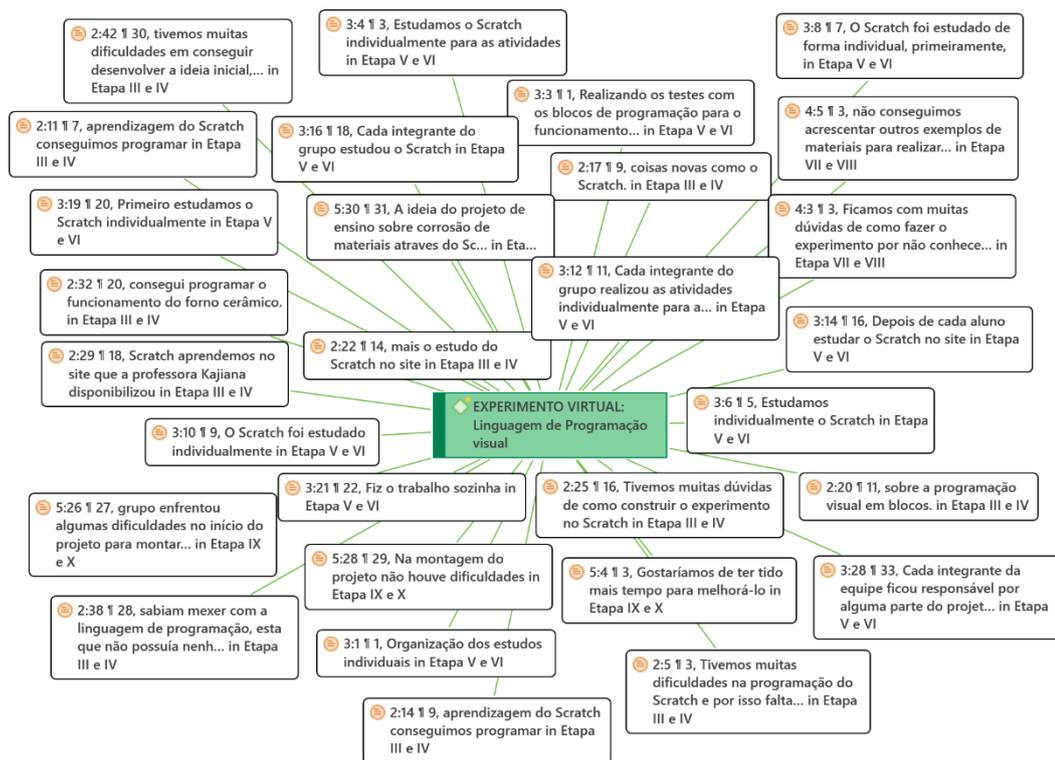


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

O código “Desenvolver e programar” buscou agrupar as citações relacionadas a criar, projetar, desenvolver e programar os experimentos virtuais com base nos conteúdos das disciplinas e no conteúdo sobre a linguagem de programação visual - *Scratch*. Os relatos demonstram que todos os grupos conseguiram programar os projetos de acordo com o que foi solicitado na estratégia de ensino e aprendizagem, uns com mais facilidades do que outros.

Para identificar a aprendizagem e o uso do *Scratch* como ferramenta de desenvolvimento dos experimentos virtuais, o código “Linguagem de programação visual” obteve uma frequência de 29 citações. Os estudantes relataram sobre o estudo individual do *Scratch* e as facilidades e dificuldades encontradas durante a programação dos experimentos, como mostra a Figura 33.

Figura 33 - Categoria: “Experimento virtual” – código “Linguagem de programação visual”

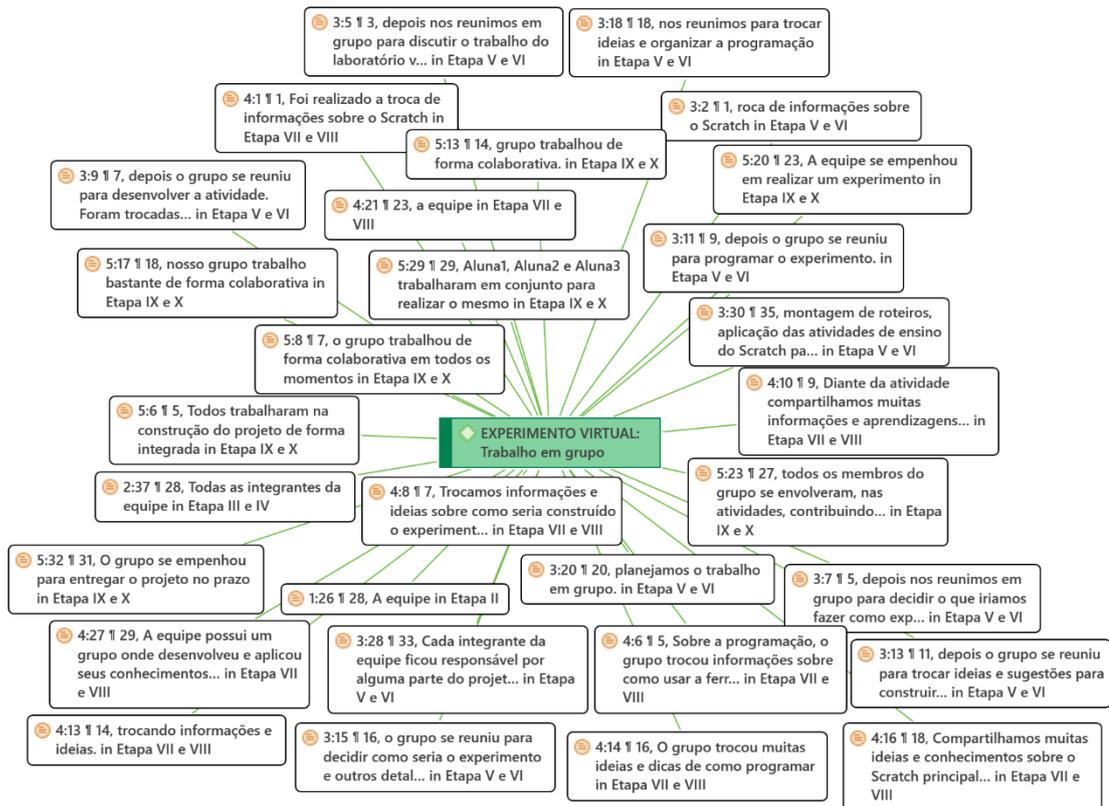


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

Nas citações do código “Linguagem de programação visual” observou-se que poucos grupos tiveram dificuldades em iniciar a programação, mas o auxílio da pesquisadora foi suficiente para resolvê-las (frequência de 5 citações). A maioria dos participantes não tiveram dúvidas (ou foram poucas) ao programar o experimento, conseguindo desenvolver de forma autônoma e colaborativa com a frequência de 24 citações.

No código “Trabalho em Grupo” obteve-se a frequência de 30 citações que demonstrou o quanto foi significativo para o desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais, a troca e compartilhamento de informações e conhecimentos entre os estudantes-estudantes e estudantes-professoras, segundo a Figura 34.

Figura 34 - Categoria: “Experimento virtual” – código “Trabalho em grupo”

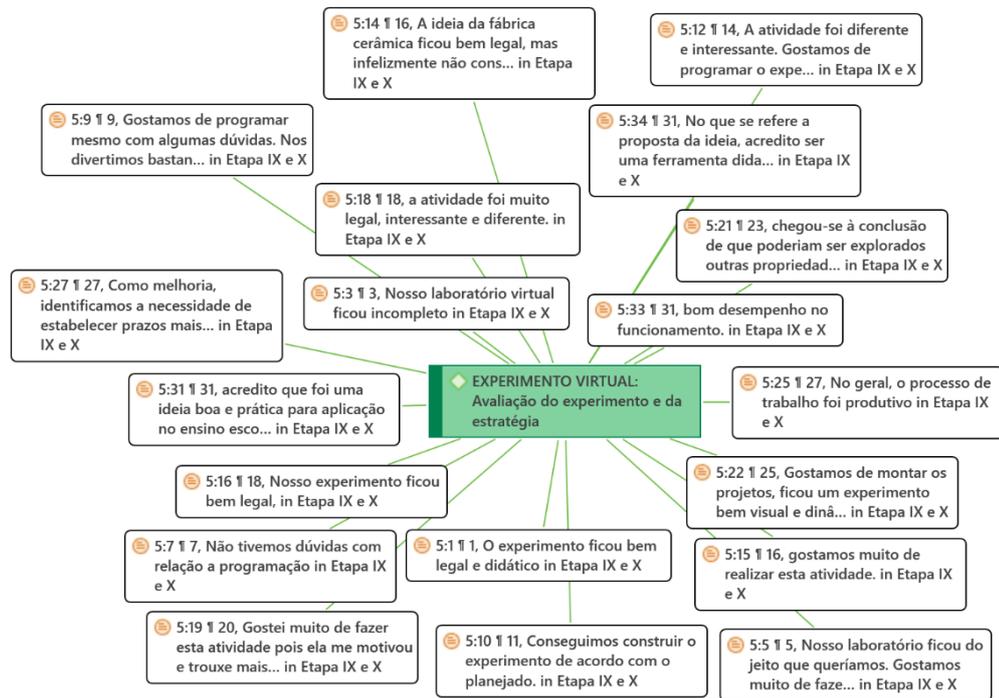


Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

Na Figura 34 é possível constatar que os estudantes seguiram as orientações da estratégia de ensino e aprendizagem da tese, em relação ao estudo individual para a aprendizagem do *Scratch* e posteriormente em grupo para o desenvolvimento e programação dos projetos, trabalhando de forma colaborativa.

No código “Avaliação dos experimentos e da estratégia” na Categoria “Experimento Virtual” obteve-se a frequência de 19 citações acerca da análise dos próprios estudantes com relação a auto avaliação, avaliação por pares e avaliação do experimento como mostra a Figura 35.

Figura 35 - Categoria: “Experimentos virtual” – código “Avaliação dos experimentos e da estratégia”



Fonte: Elaborado pela autora no Atlas.ti 23.

Para o código “Avaliação do experimento e da estratégia” foi possível observar com base nas citações dos grupos que eles consideraram a estratégia interessante, diferente e motivadora, e que gostaram da atividade por ela ser produtiva e divertida. Dois (2) grupos relataram que gostariam de ter realizado algumas melhorias no experimento final agregando mais opções para os testes e deixando o experimento mais completo.

A etapa de Tratamento dos resultados, inferência e interpretação da análise de conteúdo de Bardin (2016) demonstra os principais pontos e ressalta as informações relevantes para o objetivo da pesquisa, acerca da análise dos dados.

Na categoria “Aprendizagem” pode-se perceber que as inferências foram importantes positivamente em relação aos conteúdos curriculares, a atividade prática que inclui o trabalho em grupo, a motivação e a aprendizagem (especialmente do *Scratch*) destacando o interesse, o envolvimento e a compreensão da prática realizada.

Na categoria “Experimento Virtual” verificou-se que o desenvolvimento e a programação dos experimentos permitiram que os estudantes utilizassem os conhecimentos sobre os conteúdos das disciplinas curriculares e a linguagem de programação visual para construírem os seus projetos e ainda assim, auxiliassem na

complementação da aprendizagem, como mostra um dos relatos: “A combinação desses conhecimentos nos permitiu solucionar o problema e criar uma simulação interativa”.

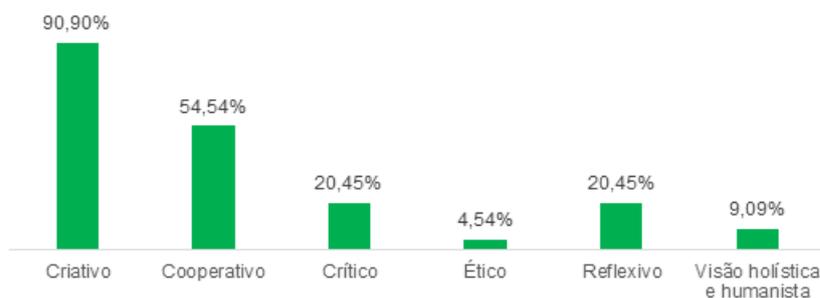
O relatório final do Atlas.ti 23 apresenta os resultados na forma de resumo dos códigos aplicados e na frequência de categorias e temas, podendo ser exportados os dados ou relatórios em formatos como *Microsoft Excel, Word ou PDF*.

Nesse sentido, é possível concordar com os resultados de: a) Guerrero-Mosquera, Gomes e Thomson (2018) em que os estudantes se mostraram satisfeitos com a atividade, afirmando que se divertiram e que tiveram a compreensão do conteúdo facilitada pela metodologia; b) Granjo e Rasteiro (2020) que os participantes registraram que o uso de uma plataforma amigável é importante para complementar a aprendizagem; c) Shetty *et al.* (2020) que os usuários dos LVs conseguem aprender com as simulações, sem dificuldades, sendo uma atividade inovadora e criativa por meio de metodologias ativas; d) Heras *et al.* (2022) destacam que os estudantes atuando como coautores no desenvolvimento dos experimentos, tornam suas percepções e perspectivas relevantes para o processo, de modo que outros estudantes possam utilizar os laboratórios virtuais (LVs) para complementar a aprendizagem.

5.6.2 Perfil e as Competências Gerais (DCNs)

Conforme o capítulo II da Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019 das DCNs do curso de graduação em Engenharia, as características do perfil I dos egressos devem compreender: ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético [...] (Brasil, 2019). Para que os estudantes identificassem o desenvolvimento destas características durante a intervenção da estratégia foi proposta a seguinte questão: “Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade, relacionada ao Item I do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias”. O Gráfico 6 apresenta o resultado desta questão.

Gráfico 6 - Resultado das características do perfil I

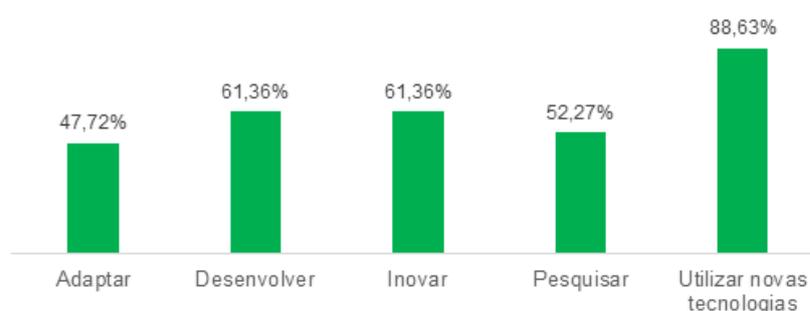


Fonte: Elaborado pela autora.

As características que os estudantes consideraram ter desenvolvido em profundidade com a estratégia de ensino e aprendizagem foram a criatividade com 90,90% e a cooperação com 54,54%. A criticidade e a reflexão resultaram em 20,54%, seguida da visão holística com 9,09% e a ética com 4,54%. De acordo com a metodologia utilizada na atividade, os estudantes foram desafiados a usar a criatividade e a trabalharem em grupo, utilizando os conceitos teóricos aprendidos para desenvolver os experimentos e os resultados mostraram que estes objetivos foram alcançados de forma positiva e relevante.

Já o perfil II dos egressos deve compreender as seguintes características: estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora (Brasil, 2019). Para que os estudantes identificassem o desenvolvimento destas características durante a estratégia foi disponibilizada a seguinte questão: “Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade, relacionadas ao Item II do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias”. O Gráfico 7 apresenta o resultado desta pergunta.

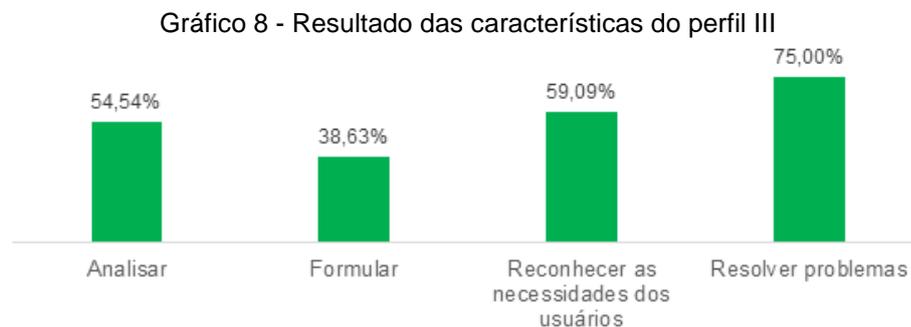
Gráfico 7 - Resultado das características do perfil II



Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando as respostas do perfil I com as do perfil II, percebe-se que houve um equilíbrio no desenvolvimento das características no perfil II, revelando que além das habilidades técnicas adquiridas pelos estudantes, o compromisso com a inovação, o desenvolvimento, a pesquisa e a adaptabilidade foram bem estimuladas e utilizadas. O resultado demonstrou um empenho maior e mais significativo com o uso de novas tecnologias (88,63%) no seu cotidiano.

As características do perfil III dos egressos devem compreender as seguintes qualidades: ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia (Brasil, 2019). Para que os estudantes identificassem o desenvolvimento destas competências durante a intervenção da estratégia foi disponibilizada a seguinte questão: “Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade relacionadas ao Item III do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias”. O Gráfico 8 apresenta o resultado desta questão.



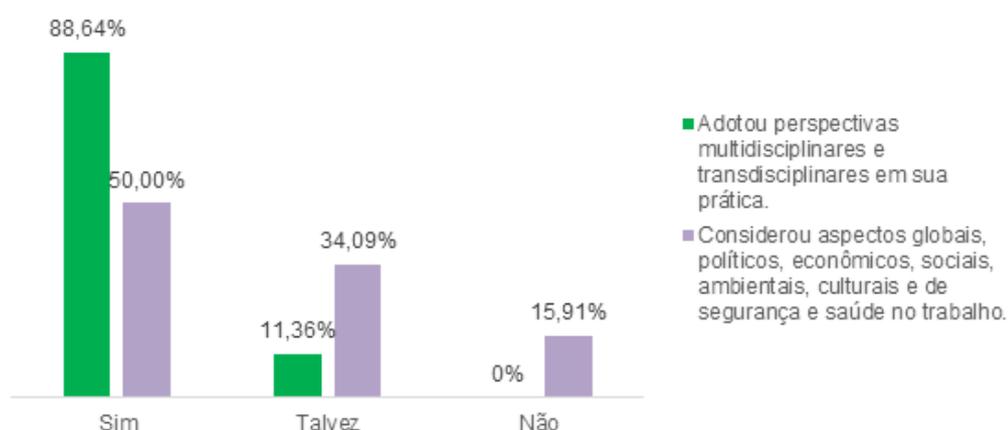
Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado do desenvolvimento das características do perfil III reflete o comprometimento dos estudantes em analisar e reconhecer as necessidades dos usuários dos experimentos virtuais, além de fortemente se envolver com a resolução de problemas (75%). Esses estudantes têm a capacidade de aplicar seu conhecimento de maneira significativa, criando soluções inovadoras para os desafios da Engenharia. Este perfil solidifica a formação desses estudantes como futuros profissionais preparados para enfrentar e resolver problemas de forma criativa e eficiente.

As características do perfil IV e V dos egressos de Engenharia devem compreender os seguintes atributos: adotar perspectivas multidisciplinares e

transdisciplinares em sua prática e considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho (Brasil, 2019). Para que os estudantes identificassem o desenvolvimento destes aspectos durante a atividade foi disponibilizada a seguinte questão: “Assinale a alternativa relacionada ao seu desenvolvimento nos itens IV e V do perfil do estudante”. O Gráfico 9 apresenta o resultado desta questão.

Gráfico 9 - Resultado das características do perfil IV e V



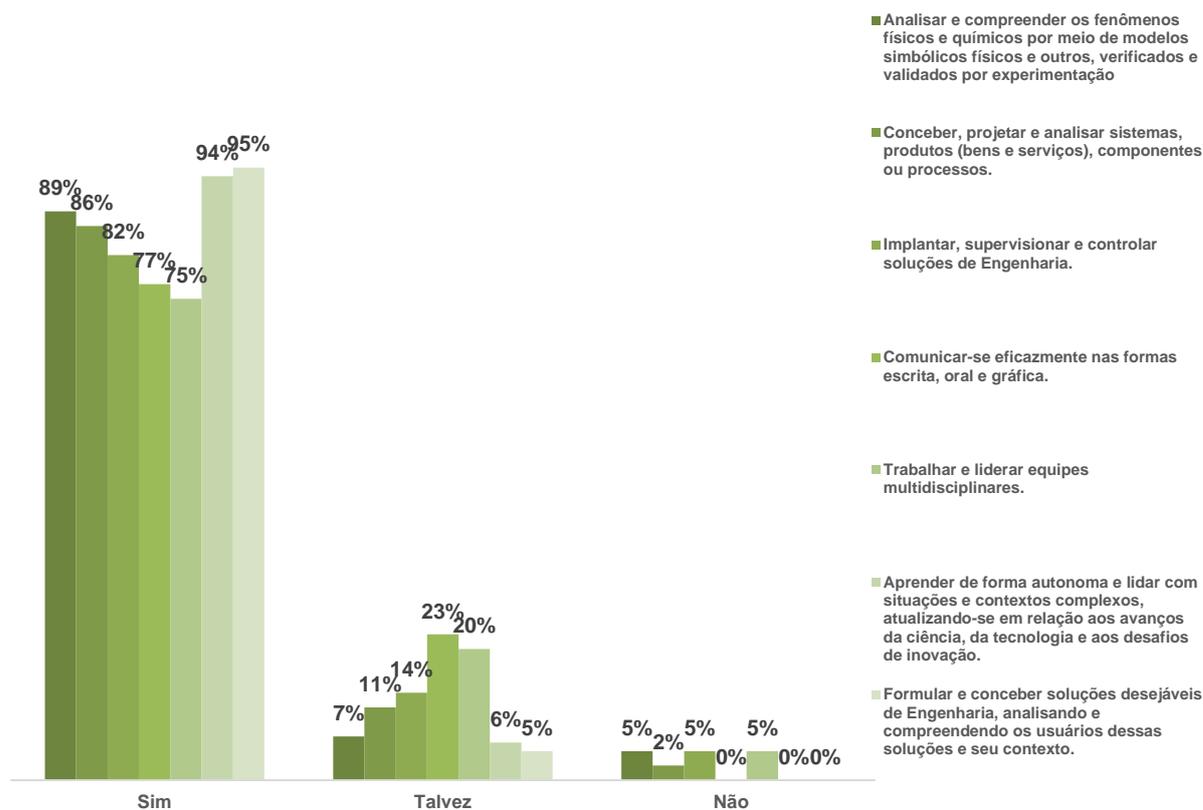
Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se perceber que mais de 88% dos estudantes adotaram perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares durante a atividade, o que mostra a relevância com relação ao desenvolvimento do perfil dos futuros engenheiros, não apenas com a expansão das habilidades técnicas dos estudantes, mas também com a sua formação em profissionais com visão global, ética e socialmente responsáveis.

Esses estudantes não apenas dominam a ciência e a tecnologia, mas compreendem profundamente o impacto de suas ações em um contexto amplo, alinhando-se assim às diretrizes curriculares para a formação de profissionais completos e conscientes. Além disso, 50% dos participantes consideraram aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais, de segurança e saúde no trabalho como uma competência importante a ser evidenciada nos momentos da sua formação como engenheiro.

Para identificar as competências gerais das DCNs desenvolvidas durante a estratégia, perguntou-se: “Conforme as competências gerais que o curso de Engenharia deve proporcionar aos seus estudantes, quais você conseguiu desenvolver ao longo da atividade?”. O Gráfico 10 apresenta as respostas.

Gráfico 10 - Competências gerais das DCNs



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstram que 95% dos estudantes conseguiram desenvolver as competências gerais estabelecidas pelas DCNs durante a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem, revelando que por meio desta atividade com o uso de metodologias ativas, eles conseguem uma formação abrangente, capazes de enfrentar desafios complexos e dinâmicos, alinhando-se às demandas da sociedade e do mercado de trabalho.

Diante disso, é possível reconhecer nos resultados dos estudos de: a) Cardoso, Capri e Neto (2019) que os estudantes afirmaram terem desenvolvido e/ou aprimorado as competências gerais instituídas pelas DCNs das Engenharias, por meio da atividade que permitiu que os alunos experimentaram virtualmente os conteúdos de forma prática, testando e complementando os seus conhecimentos; b) Cheng *et al.* (2022) que os participantes afirmaram que a atividade desempenhou um papel importante no ensino, preenchendo a lacuna entre teoria e prática, provendo os estudantes com as competências necessárias (DCNs) aos futuros Engenheiros.

Na seção seguinte serão apresentados os resultados da análise e discussão sobre o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dos experimentos virtuais.

5.6.3 Envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dos experimentos virtuais

Segundo Jonh Dewey (2001) o envolvimento do estudante ocorre quando ele participa de maneira ativa, crítica e reflexiva no processo educacional. Isso implica que o aluno não é apenas receptor passivo de informações, mas cocriador de conhecimento em um contexto que relaciona teoria e prática. O envolvimento do estudante é essencial para uma educação significativa, pois a aprendizagem acontece de maneira mais efetiva quando o aluno está ativamente engajado em experiências práticas e relevantes para sua vida.

Para verificar o envolvimento dos estudantes com relação a estratégia de ensino e aprendizagem desta tese, considerou-se relevante apontar alguns indicadores relacionados ao uso do material didático disponibilizado para aprender a linguagem de programação visual, se os conteúdos disciplinares foram aprendidos para serem utilizados nos experimentos e se o desenvolvimento dos experimentos auxiliou na complementação da aprendizagem do conteúdo disciplinar. Sendo assim, o questionário pós-estratégia buscou identificar os resultados destes indicadores a fim de observar se os objetivos da tese foram alcançados.

A questão relacionada à qualidade do material didático disponibilizado no AVA foi realizada por meio de uma grade de múltipla escolha em escala *Likert* de 1 a 5 pontos (onde 1 significa discordo totalmente e 5 significa concordo totalmente) conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise do material didático

Indicadores	DT	D	IN	C	CT	%
	1	2	3	4	5	
Muito interessante e chamou a atenção.	0	2	4	4	34	+86
Foi mais difícil de entender do que gostaria.	15	17	0	10	2	+72
A qualidade do material e do site ajudou a manter a minha atenção.	0	1	3	0	40	+90
Abstrata e de difícil entendimento.	36	4	2	0	2	+90

Muito boa e fez eu querer saber mais sobre o assunto.	0	1	3	4	36	+90
Não foi relevante para as minhas necessidades.	34	3	4	0	3	+84
Um prazer trabalhar em um material bem concebido/desenhado.	0	3	5	5	31	+81
Aprendi coisas surpreendentes ou inesperadas.	0	6	0	12	26	+95
O <i>design</i> do material é pouco atraente.	38	2	2	0	2	+90
O material didático disponibilizado foi suficiente para construir e desenvolver o experimento.	0	1	1	4	38	+90

Legenda: DT – Discordo totalmente; D – Discordo; IN – Indiferente; C – Concordo; CT – Concordo totalmente.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as respostas da Tabela 1 é possível observar que no primeiro indicador, mais de 86% dos estudantes concordaram que o material didático é muito interessante e chamou a atenção. No segundo indicador, mais de 72% discordaram ou discordaram totalmente da afirmação de que o material foi mais difícil de entender, demonstrando fácil compreensão. Um destaque destes indicadores se refere ao material didático ser suficiente para que os estudantes conseguissem construir e desenvolver o experimento virtual, obtendo mais de 90% de aprovação. O item “Aprendi coisas surpreendentes ou inesperadas” apresentou um valor maior que 95% de satisfação e aprendizagem. Além disso, uma questão aberta sobre o material didático e o *website* buscou comprovar estas respostas, apresentando quatro (4) comentários: (Estudante 1) “*É um material diferente e com o website é possível aprender o conteúdo da ferramenta (Scratch) de uma forma diferente e que possa ser entendida com mais facilidade!*”; (Estudante 2) “*Gostei bastante da metodologia*”; (Estudante 3) “*Adorei ambos!*”; (Estudante 4) “*Difícil no início, mas depois que pega a prática e compreende a ferramenta, só fluí*”. Com base nas respostas, observou-se que o material didático disponível no AVA auxiliou de forma positiva e autônoma o aprendizado da linguagem de programação visual – *Scratch* sendo suficiente e completo para a programação dos experimentos virtuais.

Para identificar se o experimento virtual foi devidamente programado e desenvolvido de acordo com os conteúdos abordados na disciplina, utilizou-se a seguinte questão: “Você acredita que se outra pessoa interagir com o experimento que você e seu grupo construíram, ela irá compreender o conteúdo/tema abordado como em um experimento físico?”. O Gráfico 11 mostra as respostas para esta questão.

Gráfico 11 - Uso e aprendizagem do conteúdo do experimento



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados apontam que mais de 95% dos participantes acreditam que se outras pessoas (usuários e/ou estudantes) utilizarem os experimentos virtuais desenvolvidos, eles irão interagir como em um experimento físico pois estes abordam os temas aprendidos na disciplina e foram inseridos integralmente ao projeto. Para 4,54% dos estudantes faltou adicionar algum elemento ao experimento, relatando falta de tempo na execução da atividade, demora no entendimento da linguagem de programação ou falta de sua organização com relação ao andamento da atividade. Vale ressaltar que nenhum estudante relatou que seus experimentos não condizem com a realidade de um experimento físico, podendo considerar que eles se preocuparam em desenvolver e programar de acordo com os objetivos da estratégia de ensino e aprendizagem. Também pode-se observar que a grande maioria dos estudantes se dedicou completamente na atividade para agregar o conteúdo de forma integral e tornar o experimento virtual fidedigno ao experimento físico (real).

Para investigar o entendimento dos estudantes com relação a estratégia LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias foi realizada uma pergunta de grade de múltipla escolha com os indicadores para responder o questionamento, como mostra os resultados da Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores do envolvimento dos estudantes

Indicadores	DT	D	IN	C	CT	%
	1	2	3	4	5	
A linguagem de programação visual em blocos foi suficiente para realizar os experimentos virtuais.	0	0	2	12	30	+95
A atividade contribuiu para complementar a aprendizagem do conteúdo da disciplina.	0	0	0	15	29	100
Os experimentos virtuais auxiliaram no entendimento do conteúdo.	0	0	3	9	32	+93
O conteúdo utilizado no experimento se tornou mais leve e fácil de compreender.	0	0	0	3	41	100
O Scratch possui os recursos necessários para construir e programar um experimento.	0	0	0	12	32	100

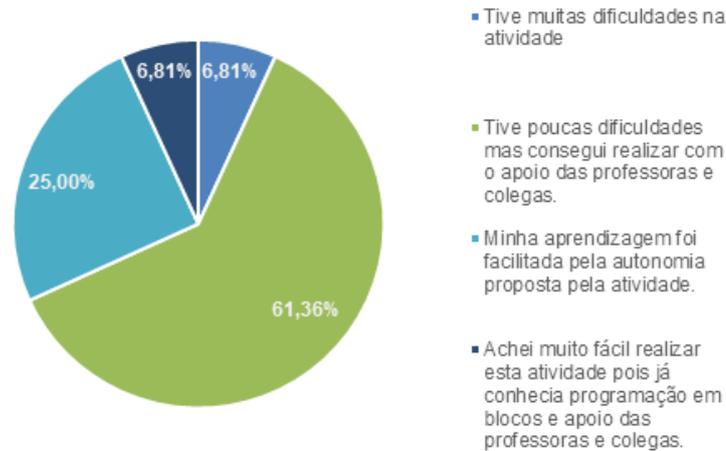
Legenda: DT – Discordo totalmente; D – Discordo; IN – Indiferente; C – Concordo; CT – Concordo totalmente.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados apontam indicadores relevantes com relação ao envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais, e a complementação da aprendizagem dos conteúdos das disciplinas (Materiais e Corrosão e Tópicos Especiais em Cerâmica) abordados nos projetos. Os indicadores primeiro e quinto se referem aos recursos e funcionalidades da linguagem de programação visual – *Scratch*, e tem-se como resultados valores superiores a 95% e 100% de concordância, respectivamente. Isso significa que a ferramenta *Scratch* pode ser utilizada em estratégias de ensino e aprendizagem em Engenharia como nos estudos de Rafalski e Santos (2016), Rodeghiero; Sperotto; Ávila (2018), Vidotto (2019), Silva *et al.* (2019) e Vidotto *et al.* (2022).

Para investigar a percepção geral dos estudantes com relação à atividade realizou-se a seguinte pergunta: “Qual a sua percepção com relação à estratégia de ensino e aprendizagem desenvolvida na disciplina e o desenvolvimento de experimentos sobre os conteúdos?”. O Gráfico 12 apresenta os resultados.

Gráfico 12 - Percepção dos estudantes



Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar que mais de 60% dos participantes tiveram poucas dificuldades, conseguindo realizar o experimento virtual com o apoio das professoras e colegas. 25% dos estudantes consideraram que a autonomia da estratégia auxiliou na aprendizagem. Das três (3) turmas do estudo final, apenas três (3) estudantes relataram que tiveram muitas dificuldades e três (3) acharam muito fácil a atividade pois já conheciam a linguagem de programação visual – *Scratch*. Nos estudos de Rodeghiero, Sperotto e Ávila (2018) e Vidotto *et al.* (2022) são apresentados resultados similares aos apresentados nesta questão, possibilitando comprovar que estratégias como esta podem ser utilizadas de forma inovadora no ensino superior e nas Engenharias.

Após o preenchimento da pesquisa pós-estratégia foi solicitado aos estudantes uma ação voluntária e sigilosa para responder a cinco (5) questões extras sobre a aprendizagem da linguagem de programação. Três (3) participantes se prontificaram, e as questões foram as seguintes: Q1 - Qual era sua experiência antes de aprender uma linguagem de programação (Ex: planilhas com fórmulas, entre outros)? Você conhecia alguma linguagem de programação? Você já desenvolveu algo com programação?; Q2 - Quais recursos de suporte são úteis para aprender uma linguagem de programação?; Q3 - Como foi realizado o suporte e por que meios? De que forma foi estabelecida a colaboração?; Q4 - Como você evoluiu na programação? Consegue programar atualmente?; Q5 - O que você faz quando encontra um erro no programa? O Quadro 11 apresenta as respostas dos participantes.

Quadro 11 - Respostas extras - Linguagem de programação visual

Questões	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3
Q1	Já utilizo o Excel para tarefas do dia a dia e da faculdade, onde trabalho com planilhas e fórmulas. Também já programei em linguagem C++ para Arduino em projetos utilizando o <i>Tinkercad</i> , durante aulas de IoT na faculdade.	Tenho conhecimento intermediário em Excel, trabalho com isso diariamente, e em outros meios de programação, apenas algumas funções básicas de Arduino nas aulas de IOT na universidade.	Utilizo muito Excel no ambiente de trabalho, aplicando fórmulas e gerando gráficos para relatórios de desenvolvimento de novos produtos ou processos. Já programei anteriormente em linguagens como C++ e Javascript. E em linguagens de marcação como HTML e de estilos como CSS. Já desenvolvi um projeto em Arduino utilizando C++ e alguns sites básicos com JS, HTML e CSS.
Q2	Os materiais e exercícios disponibilizados pela professora foram muito úteis para entender o funcionamento do <i>Scratch</i> , pois abordavam as principais funções necessárias para começar a programar.	Os materiais de apoio disponibilizados, vídeo aulas e a interação com os colegas e professores.	Os materiais disponibilizados pela professora foram de grande ajuda para compreender o funcionamento do <i>Scratch</i> , os exercícios para praticar envolveram praticamente todas as funções disponíveis no <i>Scratch</i> o que facilitou no desenvolvimento.
Q3	O apoio foi fornecido pela professora, por meio de materiais educativos, ao longo de todo o projeto. A comunicação foi estabelecida através do aplicativo de mensagens, o que permitiu um acesso fácil à professora.	A professora, a qual nos propôs o projeto, disponibilizando aulas presenciais e mantendo comunicação via redes sociais (grupo de mensagens e e-mail).	A professora proporcionou e ofereceu ajuda durante todo o desenvolvimento do projeto, sendo bem atenciosa e de fácil acesso utilizando o grupo de mensagens.
Q4	Tive problemas com algumas funções do <i>Scratch</i> , porém com o auxílio do material de apoio, consegui resolvê-los. Durante o projeto, aumentei meus conhecimentos sobre programação de uma forma divertida. Acredito que sou capaz de programar coisas mais simples com o apoio adequado.	No momento, consigo fazer grande avanço na programação sem necessidade de apoio, utilizando os materiais de apoio e as dicas do <i>Scratch</i> .	Evoluí muito bem com o desenvolvimento, treinando a lógica de programação para solucionar os desafios encontrados. Acredito que conseguiria programar projetos simples atualmente.
Q5	Primeiro, realizo uma verificação para tentar identificar o problema. Caso não encontre a	Na finalização do projeto, obtive problemas no funcionamento da programação, solicitei	Paro e analiso o motivo de estar acontecendo o erro, penso numa solução e testo até corrigi-la.

	<p>solução, faço uma pesquisa rápida nos materiais de apoio e na internet. Se o erro persistir, peço ajuda a um profissional responsável. Vou iterando e fazendo alterações no programa até que ele funcione corretamente.</p>	<p>ajuda a professora, a qual prontamente me auxiliou na resolução.</p>	
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

Vale ressaltar que todos os estudantes, inclusive os três (3) participantes do questionário extra, fizeram a disciplina de Internet das Coisas (IoT) no início da graduação e utilizaram a plataforma *Tinkercad* para programar em Arduino. Isso significa que eles já tinham uma experiência com uma linguagem de programação visual, mas nenhum deles conhecia ou havia programado com o *Scratch*. O Aluno 1 relatou ter dificuldades para construir o experimento; o Aluno 2 não teve maiores dificuldades em desenvolver o experimento e o Aluno 3, já conhecia outras linguagens de programação e não teve dificuldades em programar o experimento.

Os estudantes relataram que apesar de conhecerem e trabalharem diariamente com o *Microsoft Excel* utilizam basicamente planilhas, fórmulas básicas e gráficos. Em relação à programação, eles afirmam que já utilizaram o *Tinkercad* e programaram em linguagens como C++, JavaScript, HTML, CSS e JS. Com isso, observou-se que os estudantes têm conhecimento e noções básicas de lógica e linguagem de programação.

Com relação ao suporte da estratégia de ensino e aprendizagem, os estudantes salientaram que as dúvidas foram sanadas principalmente pelo grupo de mensagens instantâneas, composto pelos estudantes e as professoras da pesquisa, agilizando e facilitando a resolução dos problemas e o desenvolvimento e programação dos experimentos virtuais.

Diante da evolução da aprendizagem em programação, um dos estudantes relatou que inicialmente teve problemas com algumas funcionalidades do *Scratch*, mas facilmente conseguiu resolver com o uso do material didático disponibilizado. Os outros dois participantes afirmaram que avançaram na lógica e que conseguiram programar projetos simples com o que aprenderam durante a aplicação da estratégia.

Sobre os erros na programação, os três (3) estudantes relataram que a primeira atitude foi revisar o código observando a lógica utilizada. Caso não encontrassem o

problema, o próximo passo foi buscar informações no material didático e em outros *sites*, e por fim, recorreram às pessoas com mais experiência em programação. O Aluno 1 relatou às professoras que antes de contatá-las refez a programação por duas vezes, pesquisou nos cartões do *Scratch* e por último, solicitou-as para então auxiliá-los no problema do código em questão.

Estes estudantes evidenciaram que o *Scratch* é uma linguagem de programação simples, fácil, didática e divertida, e que gostariam de mais tempo para melhorarem e aprimorarem seus experimentos, já que estes ficam compartilhados e disponíveis na plataforma para que outros estudantes e usuários os utilizem.

Em síntese, pode-se observar que os estudantes participantes da estratégia aprenderam a programar com uma linguagem de programação visual amigável, o *Scratch*, desenvolvendo experimentos virtuais baseados nos conteúdos curriculares das suas respectivas disciplinas. Os resultados obtidos evidenciam que, para além da aprendizagem de programação, a estratégia de ensino e aprendizagem teve um impacto positivo e motivador, pois a maioria expressiva dos estudantes percebeu que ao desenvolverem os experimentos virtuais, a complementação do aprendizado do conteúdo das disciplinas foi aprimorada ao longo do processo.

Verificou-se também que os estudantes conseguiram vincular positivamente a atividade ao seu processo de aprendizagem, permitindo sustentar os resultados de: a) Sivapragasam *et al.* (2019) os estudantes relataram que tiveram uma melhor compreensão do conteúdo enquanto desenvolviam o LV, aumentando a confiança e a motivação ao utilizá-lo; b) Vahdatikhaki *et al.* (2023) demonstra em seus resultados que os alunos que usaram o LV tiveram mais envolvimento, conhecimento e autonomia com a atividade proposta.

Ainda assim, pode-se observar que os estudantes desenvolvedores de experimentos virtuais entendem o processo de aprendizagem por completo, enquanto criam projetos, experimentam errando até acertar, compartilham suas produções com outras pessoas, desenvolvendo habilidades e competências necessárias para a vida (Resnick, 2020), assim como verificado nos resultados desta tese.

5.6.3.1 Engajamento dos estudantes

O conceito de engajamento tem sido objeto de estudo e sua interpretação evoluiu ao longo dos anos. No início, o engajamento era entendido como o tempo que

uma pessoa se dedicava a uma atividade específica. Com o avanço das pesquisas, essa definição foi ampliada para englobar outros elementos, como a motivação, o interesse e a participação ativa do indivíduo (Medeiros *et al.*, 2024).

Para verificar este fator significativo da pesquisa, analisou-se o engajamento dos estudantes participantes da estratégia aplicada. Foram adicionadas ao questionário pós-estratégia, as perguntas da escala psicométrica *Study & Well-being Survey* (UWES-S) ou Questionário do Bem-estar e Trabalho para Estudantes, desenvolvido e validado por Schaufeli e Bakker (2003) e traduzida por Porto-Martins e Benevides-Pereira (2009).

O escore da escala principal compreende os valores das três subescalas (vigor, dedicação e absorção) do UWES-S que é computado somando os escores de uma escala particular e dividindo-se a soma pelo número de itens da subescala envolvida. Um procedimento similar é seguido para o escore total. Além disso, o UWES-S mostra os escores de três subescalas e/ou um total que varia de 0 a 6.

Para o estabelecimento de normas estatísticas o UWES-S utiliza-se de cinco (5) categorias: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo. A Tabela 3 apresenta a definição destas categorias.

Tabela 3 - Definições das categorias do UWES-S

Qualificação	Limite inferior		Limite superior
Muito alto	95º percentil	≤ escore	-
Alto	75º percentil	≤ escore	< 95º percentil
Médio	25º percentil	≤ escore	< 75º percentil
Baixo	5º percentil	≤ escore	< 25º percentil
Muito baixo	-	escore	< 5º percentil

Fonte: Porto-Martins, Benevides-Pereira e Pasqualotto (2009).

A Tabela 4 apresenta os escores normativos para o UWES-17, o qual foi utilizado nesta pesquisa em razão de ser a última versão da escala.

Tabela 4 - Escores normativos do UWES-17

	Vigor	Dedicação	Absorção	Escore Total
Muito baixo	≤2,17	≤1,60	≤1,60	≤1,93
Baixo	2,18 – 3,20	1,61 – 3,00	1,61 – 2,75	1,94-3,06
Médio	3,21 – 4,80	3,01 – 4,90	2,76 – 4,40	3,07 – 4,66
Alto	4,81 – 5,65	4,91 – 5,79	4,41 – 5,35	4,67 – 5,53
Muito alto	≥5,61	≥5,80	≥5,36	≥5,54
Média	3,99	3,81	3,56	3,82
Desvio padrão	1,11	1,31	1,18	1,10
Erro Padrão	0,01	0,01	0,01	0,01
Intervalo	0,00 – 6,00	0,00 – 6,00	0,00 – 6,00	0,00 – 6,00

Fonte: Porto-Martins, Benevides-Pereira e Pasqualotto (2009).

Os resultados e a análise do formulário contendo as 17 questões do UWES-S das três (3) turmas do estudo final são apresentados em tabelas separadas para melhor organização, entendimento e visualização por turma e computados ao final, como demonstram a Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7.

Tabela 5 - Resultados da UWES-S turma MC2022.1

Turmas	Subescalas	Estudantes	Questões						Média	DP	Resultado
			Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06			
MC2022.1	Vigor	E01	5	5	3	4	5	6	4,67	1,03	Médio
		E02	4	5	5	3	5	4	4,33	0,82	Médio
		E03	3	5	6	4	6	6	5,00	1,26	Alto
		E04	3	2	4	2	5	4	3,33	1,21	Médio
		E05	2	5	1	3	3	5	3,17	1,60	Médio
		E06	6	4	5	2	3	4	4,00	1,41	Médio
		E07	5	3	4	3	4	3	3,67	0,82	Médio
		E08	4	3	5	2	4	4	3,67	1,03	Médio
		E09	4	4	4	6	5	6	4,83	0,98	Médio
		E10	3	5	3	3	5	5	4,00	1,10	Médio
		E11	3	4	2	5	3	4	3,50	1,05	Médio

	E12	5	3	2	2	5	6	3,83	1,72	Médio
	E13	4	5	1	5	4	6	4,17	1,72	Médio
	E14	3	6	4	5	6	4	4,67	1,21	Médio
	E15	4	4	3	2	3	4	3,33	0,82	Médio
	Média Total							4,01	-	Médio
	Desvio Padrão total							-	0,59	
Dedicação	E01	4	5	4	4	5	-	4,40	0,55	Médio
	E02	5	5	5	5	4	-	4,80	0,45	Médio
	E03	6	6	5	6	6	-	5,80	0,45	Muito Alto
	E04	5	4	6	5	5	-	5,00	0,71	Alto
	E05	3	2	4	3	3	-	3,00	0,71	Baixo
	E06	5	5	5	5	4	-	4,80	0,45	Médio
	E07	3	4	3	3	3	-	3,20	0,45	Baixo
	E08	4	6	4	4	4	-	4,40	0,89	Médio
	E09	5	4	4	6	5	-	4,80	0,84	Médio
	E10	4	5	5	3	2	-	3,80	1,30	Médio
	E11	6	2	4	4	5	-	4,20	1,48	Médio
	E12	4	3	5	5	4	-	4,20	0,84	Médio
	E13	5	5	6	6	5	-	5,40	0,55	Alto
	E14	4	5	5	4	3	-	4,20	0,84	Médio
	E15	5	3	5	6	6	-	5,00	1,22	Alto
	Média total							4,47	-	Médio
	Desvio Padrão total							-	0,75	
Absorção	E01	6	6	6	6	6	5	5,83	0,41	Muito alto
	E02	4	3	3	5	5	5	4,17	0,98	Médio
	E03	6	6	3	6	6	4	5,17	1,33	Alto
	E04	5	4	4	3	5	2	3,83	1,17	Médio
	E05	4	1	5	2	3	0	2,50	1,87	Baixo
	E06	4	3	2	4	4	3	3,33	0,82	Médio
	E07	5	2	4	3	3	2	3,17	1,17	Baixo
	E08	3	3	2	3	4	3	3,00	0,63	Baixo

	E09	4	5	4	5	6	4	4,67	0,82	Médio
	E10	2	1	5	3	5	5	3,50	1,76	Médio
	E11	5	5	3	3	5	3	4,00	1,10	Médio
	E12	4	3	4	5	4	4	4,00	0,63	Médio
	E13	3	4	5	4	5	4	4,17	0,75	Médio
	E14	3	2	3	4	5	4	3,50	1,05	Médio
	E15	3	3	4	3	3	3	3,17	0,41	Baixo
	Média total							3,87	-	Médio
	Desvio padrão total							-	0,87	
	Escore Geral							4,11		Médio
	Desvio Padrão Geral							-	0,14	

Legenda: D – Desvio Padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 6 - Resultados da UWES turma de TEC2022.2

Turmas	Subescalas	Estudantes	Questões						Média	DP	Resultado
			Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06			
TEC2022.2	Vigor	E01	4	5	3	5	5	5	4,50	0,84	Médio
		E02	5	4	4	4	5	4	4,33	0,52	Médio
		E03	4	4	4	4	5	4	4,17	0,41	Médio
		E04	5	3	3	3	4	5	3,83	0,98	Médio
		E05	3	6	3	6	3	5	4,33	1,51	Médio
		E06	5	4	4	2	4	4	3,83	0,98	Médio
		E07	6	4	5	4	3	4	4,33	1,03	Médio
		E08	4	3	4	3	4	4	3,67	0,52	Médio
		E09	3	4	5	5	4	6	4,50	1,05	Médio
		E10	4	5	3	2	5	4	3,83	1,17	Médio
		E11	3	4	1	5	4	5	3,67	1,51	Médio
		E12	4	4	2	3	5	5	3,83	1,17	Médio
		Média Total							4,07	-	Médio
	Desvio Padrão total							-	0,32		
	Dedicação	E01	6	5	4	5	5	-	5,00	0,71	Alto

		E02	5	5	6	5	3	-	4,80	1,10	Médio
		E03	6	4	5	6	6	-	5,40	0,89	Alto
		E04	5	4	6	5	5	-	5,00	0,71	Alto
		E05	4	3	4	3	4	-	3,60	0,55	Médio
		E06	5	5	5	5	3	-	4,60	0,89	Médio
		E07	5	4	3	3	3	-	3,60	0,89	Médio
		E08	5	6	4	4	4	-	4,60	0,89	Médio
		E09	5	4	4	6	5	-	4,80	0,84	Médio
		E10	4	5	5	5	5	-	4,80	0,45	Médio
		E11	5	4	4	4	5	-	4,40	0,55	Médio
		E12	4	3	5	4	3	-	3,80	0,84	Médio
		Média total							4,53	-	Médio
		Desvio Padrão total							-	0,58	
	Absorção	E01	6	5	6	5	6	5	5,50	0,55	Alto
		E02	4	3	4	5	5	6	4,50	1,05	Médio
		E03	6	5	4	6	6	4	5,17	0,98	Alto
		E04	5	5	4	4	4	3	4,17	0,75	Médio
		E05	3	3	5	3	5	3	3,67	1,03	Médio
		E06	4	3	3	2	4	3	3,27	0,75	Médio
		E07	5	1	3	4	4	3	3,33	1,37	Médio
		E08	4	3	3	3	4	3	3,33	0,52	Médio
		E09	4	5	5	4	6	4	4,67	0,82	Médio
		E10	3	4	5	3	4	4	3,83	0,75	Médio
		E11	5	5	4	4	5	3	4,33	0,82	Médio
		E12	5	4	4	5	3	3	4,00	0,89	Médio
		Média total							4,14	-	Médio
		Desvio padrão total							-	0,73	
		Score Geral							4,10	-	Médio
		Desvio Padrão Geral							-	0,21	

Legenda: DP – Desvio Padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 7 - Resultados da UWES-S turma MC2023.1

Turmas	Subescalas	Estudantes	Questões						Média	DP	Resultado
			Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06			
MC2023.1	Vigor	E01	6	5	3	5	5	5	4,83	0,98	Alto
		E02	5	5	5	4	5	4	4,67	0,52	Médio
		E03	4	4	6	4	6	6	5,00	1,10	Alto
		E04	4	2	3	2	4	5	3,33	1,21	Médio
		E05	2	6	0	2	3	6	3,17	2,40	Baixo
		E06	5	4	4	2	4	4	3,83	0,98	Médio
		E07	6	3	3	3	3	3	3,50	1,22	Médio
		E08	3	3	3	2	4	4	3,17	0,75	Baixo
		E09	5	4	2	6	5	6	4,67	1,51	Médio
		E10	3	5	3	2	5	4	3,67	1,21	Médio
		E11	3	4	1	5	3	5	3,50	1,52	Médio
		E12	4	3	1	2	5	6	3,50	1,87	Médio
		E13	5	5	0	5	4	5	4,00	2,00	Médio
		E14	4	6	4	4	6	4	4,67	1,03	Médio
		E15	4	4	3	1	3	3	3,00	1,10	Baixo
		E16	3	2	4	2	4	4	3,17	0,98	Baixo
		E17	3	3	4	4	4	4	3,67	0,52	Médio
		Média Total							3,84	-	Médio
		Desvio Padrão total							-	0,67	
	Dedicação	E01	4	5	4	4	5	-	4,40	0,55	Médio
		E02	5	5	5	5	4	-	4,80	0,45	Médio
		E03	6	6	5	6	6	-	5,80	0,45	Muito Alto
		E04	5	4	5	6	5	-	5,00	0,71	Alto
		E05	3	2	4	1	3	-	2,60	1,14	Baixo
		E06	5	5	5	5	3	-	4,60	0,89	Médio
		E07	3	4	3	3	3	-	3,20	0,45	Baixo
		E08	3	4	4	4	4	-	3,80	0,45	Médio

	Escore Geral do estudo final							3,89	-	Médio
	Desvio padrão Geral do estudo final							-	0,15	

Legenda: DP – Desvio Padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao realizar a análise descritiva dos dados obtidos baseados nas quarenta e quatro (44) observações, obteve-se os seguintes resultados conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Medidas descritivas das variáveis Vigor, Dedicção e Absorção

Variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
Vigor	3,00	5,00	3,83	3,96	0,56
Dedicção	2,60	5,80	4,60	4,40	0,73
Absorção	2,50	5,83	3,92	3,94	0,87

Fonte: Elaborado pela autora.

A variável "Vigor" apresentou uma média de 3,96, uma mediana de 3,83 e um desvio padrão de 0,56, indicando uma distribuição levemente assimétrica para a direita com valores relativamente concentrados em torno da média. A variável "Dedicção" obteve uma média de 4,40; uma mediana de 4,60 e um desvio padrão de 0,73, mostrando uma ligeira assimetria para a esquerda e uma maior dispersão dos valores em comparação com "Vigor". E a variável "Absorção" apontou uma média de 3,94, uma mediana de 3,92 e um desvio padrão de 0,87, sugerindo uma distribuição aproximadamente simétrica, mas com a maior variabilidade entre os três (3) indicadores analisados.

Para analisar a fidedignidade dos escores destas variáveis utilizou-se os coeficientes de *Spearman-Brown*, a partir do método da bipartição, e Alfa de *Cronbach*, com seus desvios padrões e intervalos de confiança de 95%. A Tabela 9 apresenta as medidas de confiabilidade.

Tabela 9 - Medidas de Confiabilidade

Variável	Spearman Brown (DP)	Alfa de Cronbach [IC95%]
Vigor	0,389 (0,165)	0,351 [0,064; 0,530]
Dedicação	0,738 (0,162)	0,723 [0,517; 0,821]
Absorção	0,789 (0,149)	0,774 [0,639; 0,849]

Fonte: Elaborado pela autora.

Para "Vigor", o coeficiente de *Spearman-Brown* é 0,389 com um desvio padrão de 0,165, indicando uma confiabilidade baixa. O coeficiente de Alfa de *Cronbach* é 0,351 com um intervalo de confiança de [0,064; 0,530], demonstrando uma grande amplitude e consistência baixa entre os itens utilizados para calcular este escore.

Para "Dedicação", o coeficiente de *Spearman-Brown* é 0,738 com um desvio padrão de 0,162, indicando uma confiabilidade de moderada para alta. O coeficiente de Alfa de *Cronbach* é 0,723 com um intervalo de confiança de [0,517; 0,821].

Para "Absorção", o coeficiente de *Spearman-Brown* é 0,789 com um desvio padrão de 0,149, indicando uma confiabilidade superior e com menor variabilidade em relação aos outros dois escores. O coeficiente de Alfa de *Cronbach* é 0,774 com um intervalo de confiança de [0,639; 0,849], reforçando a maior fidedignidade.

Com estes dados, pode-se verificar que as variáveis "Dedicação" e "Absorção" apresentam uma confiabilidade de moderada para alta, enquanto "Vigor" apresenta baixa fidedignidade.

O tema engajamento necessita de maior atenção por parte dos professores, coordenadores e das instituições de ensino superior no que tange repensar as estratégias de ensino e aprendizagem visando motivar e incentivar os estudantes na vida acadêmica. Segundo Kahu e Nelson (2018) o envolvimento dos discentes nos estudos, expressado pelo engajamento, abrange não apenas os aspectos comportamentais, mas também emocionais e cognitivos do aprendizado. Ele representa um componente essencial para alcançar o sucesso acadêmico e a redução da evasão escolar.

O conhecimento sobre o engajamento possibilita uma nova percepção no contexto acadêmico, de forma que a adaptação dos estudantes ao ensino superior é essencial e a proximidade do docente como mediador e da universidade como suporte nesse processo é de extrema importância (Silva *et al.*, 2018b; Medeiros *et al.*, 2024).

5.6.4 Percepções da professora de Engenharia

Para investigar profundamente os resultados obtidos na estratégia de ensino e aprendizagem LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias e verificar as percepções da professora titular das disciplinas, foi realizada uma entrevista semiestruturada cujo objetivo foi obter dados qualitativos relevantes e detalhados sobre a pesquisa. A professora participante desta tese é docente nos cursos de Engenharias da UNISATC há mais de 15 anos e está sempre em busca de novas estratégias de ensino e aprendizagem para motivar os discentes com relação ao curso escolhido e já utiliza metodologias ativas em suas aulas conforme o PPC (Projeto Pedagógico do Curso) da instituição.

A entrevista é composta por seis (6) perguntas aqui transcritas e apresentadas a seguir:

Q01 - Quando você teve conhecimento sobre a proposta desta pesquisa, em que os estudantes de Engenharia iriam desenvolver e programar experimentos virtuais baseados em experimentos reais, qual foi o seu entendimento?

“Na instituição em que eu trabalho, estamos sempre sendo motivados a buscar por novas estratégias de ensino e aprendizagem envolvendo metodologias ativas e por isso achei a ideia muito interessante. Minha dúvida estaria em como trabalhar a programação com os estudantes já que não tenho domínio do assunto, mas a pesquisadora me deixou segura pois esta parte sobre programação seria toda desenvolvida por ela juntamente com os estudantes. E de fato foi o que aconteceu, a pesquisadora esteve em várias aulas de forma presencial com os estudantes e realizou vários atendimentos remotos, via mensagens eletrônicas”.

Q02 - Após se reunir com a pesquisadora, tirar suas dúvidas e planejar a atividade conjuntamente, você conseguiu compreender e visualizar o andamento da atividade?

“Sim, de forma clara e objetiva. Com o AVA e a explicação da pesquisadora ficou claro e didático como seria o desenvolvimento da atividade. Os estudantes também tiveram todo o atendimento possível e tiraram suas dúvidas sempre que necessário, seja durante os encontros agendados e até mesmo fora de sala de aula, no grupo de mensagens instantâneas”.

Q03 - Você considera que esta prática conseguiu atingir os objetivos da atividade proposta (com os conteúdos) e da pesquisa também? Comente.

“Sim, a prática conseguiu envolver de forma ativa os estudantes, na busca por soluções e formas de desenvolver os conteúdos estudados em práticas laboratoriais virtuais. Os conteúdos da disciplina foram mais discutidos e certamente os estudantes tiveram um melhor aprendizado devido ao maior interesse e responsabilidade na construção de um laboratório que funcionasse efetivamente sem erros referente ao conteúdo. Foi possível observar também um interesse significativo pela programação. Alguns estudantes tiveram um pouco de dificuldade em programar e outros já demonstraram maior facilidade, esses acabaram por dominar esta tarefa com relação ao grupo”.

Q04 - Você considera que o desenvolvimento dos experimentos virtuais pelos estudantes contribuiu com a aprendizagem dos conteúdos curriculares da disciplina? Comente.

“Sim, pois a necessidade de construir um laboratório virtual submeteu os estudantes a terem conhecimento e buscarem respostas para as atividades que estavam desenvolvendo. Isso gerou debates, tira dúvidas extraclasse, envolvimento dos grupos e entre os grupos. Outro ponto que vale ressaltar: uma temática que foi trabalhada no primeiro mês do semestre ficou sendo analisada e discutida durante todo o semestre, já que era de interesse de algum grupo, e todas as discussões do andamento do projeto LabVirt Edu eram verificadas e sua evolução acompanhadas”.

Q05 - No final da aplicação da estratégia LabVirt EDU, os resultados obtidos nos experimentos foram os que você esperava? Comente.

“Os resultados atingiram as expectativas, alguns com maior destaque e outros que poderiam ter evoluído mais. Ressalto que após a apresentação dos laboratórios desenvolvidos, eu e a pesquisadora fizemos considerações e sugestões de melhorias e de forma unânime todos concordaram com as melhorias. Eles alegaram que por falta de tempo (devido às outras atividades do curso e o fato de trabalharem durante o dia) não conseguiram progredir, mas que gostariam de ter aperfeiçoado o laboratório. Na maioria das vezes explicaram qual seria a melhoria que queriam realizar”.

Q06 - Você gostaria de deixar as suas considerações com relação a esta pesquisa?

“Esta pesquisa está clara e objetiva. Ela avalia a atividade proposta e o conteúdo da disciplina, a aplicação da atividade com os estudantes e a professora, os resultados obtidos, a programação como forma de aprendizagem nas engenharias e como foi o envolvimento dos estudantes. É uma estratégia que pode ser facilmente colocada em prática nas instituições”.

Além dos questionamentos da entrevista, em uma conversa informal a professora relatou que: *“As disciplinas são compostas de uma ementa com aulas práticas, projetos integradores, estudos de caso, apresentação de trabalhos, avaliações escritas individuais ou em grupos, entre outras. A metodologia proposta pela pesquisadora, já deixou os estudantes motivados e interessados com a prática desde o início da sua apresentação. Nas aulas seguintes à apresentação, os estudantes já trocavam ideias comigo sobre propostas de laboratórios virtuais relacionadas aos conceitos estudados, como por exemplo processos e ambientes corrosivos, materiais de engenharia e suas características, entre outros. Um dos pontos positivos que observei foi que, com a necessidade de desenvolver um laboratório virtual os estudantes buscavam se aprofundar nos conhecimentos sobre a temática em estudo que por muitas vezes, após o debate com o grupo, era descartada e outra temática era estudada até a definição definitiva da prática a ser desenvolvida. Contudo, os estudantes apresentaram maior interesse em dominar o conteúdo, estavam mais motivados e a aprendizagem dos conteúdos foi percebida enquanto eles tiravam as dúvidas e me mostravam o que eles estavam programando no Scratch. Eles demonstraram maior interação nas aulas, nos tira-dúvidas dentro do grupo e até mesmo entre os grupos”.*

Para obter uma representação visual da frequência ou importância de dados originais das palavras ou tópicos principais da entrevista com a professora titular, construiu-se uma nuvem de palavras para auxiliar na identificação de padrões e enfatizar informações relevantes. Assim, utilizou-se a ferramenta *Voyant Tools*¹⁹, que permite minerar textos de forma rápida e intuitiva a fim de entender as principais ideias ou tópicos presentes em um corpo de texto, como mostra a Figura 36.

¹⁹ Voyant Tools - <https://voyant-tools.org/>

Figura 36 - Palavras relevantes da professora titular



Fonte: Elaborado pela autora no *Voyant Tools*.

Para valorizar o envolvimento dos estudantes e o desenvolvimento dos experimentos virtuais, a professora titular solicitou que a atividade fosse atribuída uma nota com peso 10,0 na média das notas do semestre. Para isso, rubricas de avaliação foram elaboradas pela professora e pela pesquisadora, como pode ser visto no Quadro 12.

Quadro 12 - Rubricas de Avaliação

Crítérios	Peso (2,0)	Peso (1,0)	Peso (0,0)	Nota
Conteúdo da disciplina	O experimento abordou o conteúdo da disciplina de forma completa.	O experimento abordou o conteúdo da disciplina de forma incompleta.	O experimento não abordou o conteúdo da disciplina.	
Apresentação do experimento	O conteúdo foi explicado de forma clara e concisa, demonstrando o domínio por parte dos estudantes.	O conteúdo foi apresentado pelos estudantes, mas o domínio ainda precisa ser aprimorado.	Faltou domínio do conteúdo apresentado pelos estudantes.	
Interação e usabilidade do experimento	O experimento permite que o usuário interaja e receba <i>feedback</i> a cada interação. Ele é intuitivo e fácil de usar, contendo manuais e/ou explicações prévias.	O experimento permite que o usuário interaja, mas com poucos <i>feedbacks</i> claros/relevantes. O funcionamento do experimento e a explicação dos comandos não são descritos.	O experimento não permite interação e/ou sem <i>feedback</i> para o usuário. O experimento não é intuitivo e o usuário terá dificuldades para usá-lo.	
Adequação e confiabilidade	O experimento é totalmente adequado e atende perfeitamente os	O experimento é adequado, mas apresenta problemas	O experimento não é adequado ao que foi proposto,	

	objetivos para o qual foi proposto, não apresentando falhas.	de implementação que dificultam atingir o objetivo pelo qual foi proposto.	apresentando falhas para atingir os objetivos propostos.	
Autonomia e participação no desenvolvimento do experimento	Os estudantes desenvolveram a atividade de forma autônoma e muito participativa.	Os estudantes não tiveram muita autonomia e nem foram participativos da atividade.	Os estudantes não desenvolveram a autonomia e não participaram da atividade	
Nota Final (Peso 10,0)				

Fonte: Elaborado pela pesquisadora e professora titular da disciplina.

As rubricas analisaram o uso adequado do conteúdo curricular no experimento, o conhecimento dos estudantes com base na explicação durante a apresentação, a interação e a usabilidade do experimento, se foi adequado e inspira confiabilidade no uso, e também, a autonomia e participação dos estudantes durante o processo de construção do experimento virtual.

De acordo com a metodologia desta pesquisa, um estudo exploratório, de caso único, foi realizada uma comparação das notas das turmas do estudo preliminar e do estudo final, a fim de observar o desempenho dos estudantes em relação aos critérios estabelecidos pela atividade.

A avaliação do processo de desenvolvimento dos experimentos, utilizando as rubricas, foi realizada pela professora da disciplina e pela pesquisadora, resultando em uma nota única para cada grupo. A Tabela 10 apresenta as notas dos experimentos virtuais do estudo preliminar e do estudo final.

Tabela 10 - Resultado das Notas dos Experimentos

Semestre	Experimentos Virtuais	Nota
2021.2	Explicação e exemplo de forças distribuídas	8,0
	Vetores	10,0
	Torção	9,0
	Decomposição de vetores 1.0	10,0
	Momento de uma força	10,0
Média da Turma de Estática - Estudo Preliminar		9,4
2022.1	Corrosão	9,0
	Resistência dos Materiais	9,0
	Liga Metálicas	9,0
	A história do polvo baterista - Metais de sacrifício	8,0
	Corrosão em um prego de ferro	8,0
	Ensaio de tração - Tensão x Deformação	9,5
Média da Turma de Materiais e Corrosão 2022.1 - Estudo Final		8,8
2022.2	Queima de Tijolos e Telhas	9,0
	Fábrica Cerâmica	8,0

	Fusão de Fritas	8,0
	Funcionamento de um Forno Cerâmico	7,0
Média da Turma de Tópicos especiais em Cerâmica 2022.2 - Estudo Final		8,5
2023.1	Ligações químicas	10,0
	Densidade e condutividade elétrica	10,0
	Estado de agregação/temperatura	10,0
	Processo Corrosivo do metal	9,0
	Comportamento dos metais com a temperatura	10,0
Média da Turma de Materiais e Corrosão 2023.1 - Estudo Final		9,8

Legenda: EP – Estudo preliminar 1; EF – Estudo final.

Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se que a média das notas dos estudos (preliminar e final) foram positivas (acima de 8,5), considerando a média da instituição que é 7,0. Para que seja possível desenvolver a construção e programação do experimento de acordo com o que foi proposto pela estratégia, é necessário que os estudantes compreendam as duas abordagens: o conteúdo disciplinar e a programação visual.

Além disso, foi possível identificar que a turma de estudantes da disciplina de Materiais e Corrosão de 2023.1 foi a que mais participou ativamente da atividade e como consequência obteve a maior média (9,8) entre as turmas, fato que foi observado pela professora e pesquisadora durante a aplicação da pesquisa.

6 CONCLUSÃO

Os laboratórios virtuais têm sido amplamente aceitos por estudantes de Engenharia como ferramentas eficazes que facilitam a compreensão de conceitos abstratos por meio de simulações interativas, além de auxiliar no desenvolvimento das competências exigidas dos futuros profissionais (Nolen; Koretsky, 2018; Tarouco, 2019; Muñoz *et al.*, 2022; Julbojev, 2023).

Na medida em que o avanço das tecnologias vem auxiliando significativamente de diversas formas a educação, os laboratórios virtuais, por utilizarem o meio digital como principal forma de acesso, demonstram sua relevância e efetividade. Assim sendo, esta tese usou de tecnologia “*user-friendly*”, gratuita, para motivar e engajar os estudantes a desenvolverem seus próprios experimentos virtuais para auxiliar na complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares de disciplinas dos cursos de Engenharias.

Os estudantes de Engenharia de uma universidade particular participaram, pela primeira vez, de uma estratégia de ensino e aprendizagem que integrou as metodologias ativas de aprendizagem e os laboratórios virtuais. Ambas surgem no cenário acadêmico como tendências relevantes no processo educacional. As metodologias ativas destacam o papel do estudante como agente principal do próprio aprendizado, promovendo sua participação ativa e efetiva no processo, e os laboratórios virtuais podem complementar a aprendizagem dos conteúdos curriculares ao simular experimentos científicos reais, como visto nos estudos de Nolen e Koretsky (2018), Liu e Kholodilin (2023) e Vascan (2024). Assim, o desafio é identificar as necessidades técnicas e pessoais para o uso efetivo das metodologias e dos laboratórios virtuais e determinar as situações em que podem ter um impacto significativo, permitindo que professores e estudantes aproveitem estas abordagens por meio de plataformas que sejam fáceis de usar e uma linguagem de programação visual para que se beneficiem de maneira eficaz, como no caso desta tese.

A diretriz principal da pesquisa foi a construção e programação de experimentos para um laboratório virtual, alinhada com a Teoria do Construcionismo de Seymour Papert e a Aprendizagem Criativa de Mitchel Resnick, que enfatizam a construção ativa do conhecimento pelo estudante. Segundo essas teorias, os alunos devem criar algo que represente suas ideias e compreensões e ter a capacidade de agir e pensar de forma criativa. Para Papert, o computador e a programação são

ferramentas essenciais que permitem aos alunos criar, explorar e aprender de maneira ativa e construtiva, apoiando a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico e criativo (Papert, 2008; Resnick, 2020). A escolha da estratégia foi baseada no fato de que ela é vista como um elemento importante para experiências mediadas por tecnologias e ambientes virtuais, além de haver uma conexão relevante com o processo de aprendizagem (Guerrero-Mosquera, Gómez; Thomson, 2018; Cardoso, Capri; Neto, 2019; Sivapragasam *et al.*, 2019; Bye; Osen, 2019; Granjo; Rasteiro, 2020; Keddi; Frerich, 2020; Licciardi Junior, 2020; Shetty *et al.*, 2020; Schmitz, Nervis; Nogueira, 2021; Cheng *et al.*, 2022; Heras *et al.*, 2022; Castro-Gutiérrez, Diaz-Diaz; Campos, 2022; Vahdatikhaki *et al.*, 2023; Sarac, 2024).

Para a abordagem pedagógica, foram utilizadas a Aprendizagem Criativa e a Aprendizagem Baseada em Problemas (AC/ABP), pois ambas compartilham características semelhantes que auxiliam no reforço dos conceitos das disciplinas estudadas, na resolução de problemas relacionados à construção e programação de experimentos virtuais, e na estimulação da criatividade, do trabalho em equipe, da motivação e do engajamento.

O objetivo geral da tese foi investigar o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual (LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias), utilizando os conteúdos curriculares de disciplinas (Materiais e Corrosão e Tópicos especiais em Cerâmica) do curso de Engenharia Química e uma linguagem de programação visual (*Scratch*) como recurso tecnológico educacional, por meio de uma estratégia de ensino e aprendizagem. Em síntese, os resultados obtidos demonstraram como pontos negativos: a) raciocínio lógico para o uso da linguagem de programação visual; b) pouco tempo para a realização do experimento virtual; e c) o “vigor” no engajamento dos estudantes.

Apesar disso, os resultados positivos revelaram: a) o reforço do estudo dos conteúdos abordados nas disciplinas curriculares; b) a aprendizagem da linguagem de programação visual, o *Scratch*; c) o trabalho colaborativo (estudantes-estudantes e professoras-estudantes); d) apoio das professoras; e) o desenvolvimento do perfil e das competências gerais das DCNs; f) a motivação e o interesse; e g) a “dedicação” e “absorção” no engajamento dos estudantes. A construção e programação de experimentos para um laboratório virtual é identificado como um elemento relevante no complemento do processo de ensino e aprendizagem, melhorando sua eficácia.

Para responder à questão de pesquisa “**Qual o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Engenharia?**” foi realizado um roteiro com etapas para auxiliar na aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem e no desenvolvimento dos experimentos para o LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias. Este roteiro serve de guia para que a estratégia de ensino e aprendizagem possa ser utilizada com êxito na educação. Foi então desenvolvido um AVA com as informações e materiais produzidos na pesquisa, além de materiais didáticos selecionados para ajudar professores e estudantes a aprenderem a linguagem de programação visual - *Scratch* e replicar esta estratégia de ensino e aprendizagem.

Ao concluir esta tese, é importante fazer algumas considerações sobre as contribuições, limitações e trabalhos futuros para serem aplicados em contextos mais amplos.

6.1 LIMITAÇÕES

As limitações encontradas neste tipo de estratégia de ensino e aprendizagem são acerca:

- a) do tamanho da amostra, sendo a pesquisa conduzida com um grupo relativamente pequeno de participantes, isso pode restringir a generalização dos resultados para a população mais ampla, e assim, a análise estatística reduzida pode aumentar o risco de não identificar efeitos ou associações significativas que, de fato, existem na população;
- b) da participação voluntária, que está sujeita a vieses de seleção de sujeitos mais motivados ou interessados;
- c) dos computadores de diferentes marcas, especificações e anos de fabricação, bem como conexões de internet de diferentes qualidades e larguras de banda, podem interferir na qualidade de acesso a plataforma *Scratch*;
- d) dos instrumentos utilizados para a coleta de dados que restringem os resultados ao seu alcance, formato, itens e dimensões abordados.

Embora os resultados sejam parcialmente limitados, esta tese se destaca por ter sido predominantemente realizada no ambiente natural de seu público-alvo, com

foco em estudantes de Engenharia de uma instituição privada, permitindo a análise de contextos reais (Yin, 2015; Patton, 2015; Creswell, 2007).

6.2 CONTRIBUIÇÕES

As principais contribuições desta tese são elencadas da seguinte forma:

a) construção de uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada em metodologias ativas (Aprendizagem Criativa e Aprendizagem baseada em Problemas) que possibilita o desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual por meio da linguagem de programação visual - *Scratch*:

I. roteiro da atividade de programação de experimentos virtuais como apoio importante ao processo de ensino e aprendizagem mediado por tecnologias virtuais, que pode ser replicado em outras disciplinas, cursos e níveis de ensino. Para sua implementação, é necessário substituir o conteúdo ministrado pelo professor, ajustando-o às especificidades do contexto educacional e dos objetivos de aprendizagem, sem comprometer a estrutura e metodologia da atividade;

II. organização e desenvolvimento de um AVA para orientar e facilitar a aprendizagem da linguagem de programação visual - *Scratch* para a programação dos experimentos virtuais;

III. rubricas de avaliação que podem auxiliar na análise dos experimentos virtuais;

b) desenvolvimento do LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias. São cinco (5) experimentos virtuais do estudo preliminar e quatorze (14) do estudo final, com os seguintes conteúdos curriculares:

I. Temas de Estática: Cargas Distribuídas, Momento de uma Força, Torção, Vetores e suas forças resultantes e Decomposição de Vetores;

II. Temas de Materiais e Corrosão: Corrosão, Resistência dos materiais, Ligas metálicas, Metais de sacrifício, Ensaio de Tração - Tensão x Deformação, Ligações químicas, Densidade e condutividade elétrica, Estado de agregação e temperatura, Comportamento dos metais com a temperatura;

III. Temas de Tópicos Especiais em Cerâmica: Queima de telhas e tijolos, Controle de inspeção de peças cerâmicas, Fusão de fritas e Funcionamento de um forno cerâmico;

c) as produções intelectuais derivadas da pesquisa publicadas em periódicos e eventos nacionais e internacionais (Apêndice V).

A contribuição significativa desta tese é o desenvolvimento e a programação de experimentos virtuais pelos estudantes, tornando-os criadores e ou adaptadores da própria aprendizagem. A construção dos projetos pelos estudantes é fundamental para um aprendizado mais profundo. Isso permite que os alunos demonstrem domínio do conteúdo curricular, expressando-o por meio de suas criações e compartilhando-as com os outros. Suas produções foram disponibilizadas na Internet no LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias que pode ser acessado por qualquer usuário a qualquer momento, de forma gratuita. Este laboratório virtual foi projetado para fornecer um ambiente de aprendizagem interativo e acessível, permitindo que estudantes e profissionais explorem e experimentem conceitos e práticas de Engenharia de forma prática e envolvente. A disponibilidade contínua do LV amplia o alcance da pesquisa e oferece uma ferramenta educacional valiosa que pode ser utilizada para complementar o ensino e a formação em Engenharia, sem restrições temporais ou financeiras.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Diante dos resultados desta tese e suas limitações, a seguir são listadas algumas possibilidades para trabalhos futuros:

- a) aplicar a estratégia de desenvolvimento e programação de experimentos virtuais em diferentes cursos de Engenharia e para um número maior de estudantes da UNISATC;
- b) aplicar a estratégia de desenvolvimento e programação de experimentos virtuais para turmas de cursos técnicos profissionalizantes de forma a comprovar que o *Scratch* pode ser utilizado em outros níveis de ensino;
- c) selecionar os temas dos experimentos virtuais a serem programados nas disciplinas de forma que as equipes construam diferentes projetos e que seja possível abordar as diversas temáticas da disciplina curricular;
- d) elaborar e adicionar arquivos de atividades com questões sobre a temática do experimento virtual para que os estudantes acessem, por meio de um *link* na seção instruções do experimento na página no *Scratch*, respondendo as

- questões com base na experimentação para auxiliar e direcionar aos objetivos específicos da disciplina abordada, similar aos laboratórios *Phet Simulations*;
- e) utilizar diferentes instrumentos para coletar os dados, buscando a replicação dos resultados;
 - f) adaptar a estratégia de ensino e aprendizagem transformando-a em um curso de extensão, ou seja, os estudantes que tiveram a experiência em programar os experimentos virtuais, ensinem para outros alunos de outros níveis escolares e de outras instituições, o que aprenderam. Ressalta-se que esta foi uma sugestão dos próprios estudantes do estudo final desta tese;
 - g) divulgar fortemente o LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias principalmente para os outros docentes da UNISATC, de forma a potencializar esta estratégia de ensino e aprendizagem, tornando a programação e o desenvolvimento de experimentos virtuais utilizados nas salas de aula e também nas atividades a distância;
 - h) adaptar a estratégia de programação de experimentos com outras ferramentas “*user-friendly*” de linguagem de programação visual por blocos e tecnologias como a Realidade Virtual.

REFERÊNCIAS

ABENGE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2024. Disponível em: <http://www.abenge.org.br>.

ABOUTANIOS, Elias et al. Teaching signal processing through frequent and diverse design: A pedagogical approach. **IEEE Signal Processing Magazine**, v. 38, n. 3, p. 133-143, 2021.

ADORNO, Ana Lucia C. et al. A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO PRESENCIAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA DISCIPLINA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS. **Anais do Seminário de Atualização de Práticas Docentes**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 84–98, 2022. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/praticasdocentes/article/view/8264>. Acesso em: 13 jul. 2024.

AHN, Benjamin; NELSON, Matthew. Assessment of the effects of using the cooperative learning pedagogy in a hybrid mechanics of materials course. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 47, n. 3, p. 210-226, 2019.

ALI, Mohammed. Self-regulated Learning Pedagogy for Teaching Applied Engineering and Technology Class. **The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering**, v. 35, n. 1, 2019.

ALTALBE, Ali A. Performance impact of simulation-based virtual laboratory on engineering students: A case study of Australia virtual system. **IEEE Access**, v. 7, p. 177387-177396, 2019.

ALTINO FILHO, Humberto Vinício; NUNES, Célia Maria Fernandes; FERREIRA, Ana Cristina. **Metodologias Ativas e Formação Inicial de Professores de Matemática: conhecendo a percepção dos egressos**. 2020. Disponível em: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/artigo/file/1047/a592926f6c3cc52a87be507a68de8b0b.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ALVES, Isabela Maciel Portela; MATTOS, Carlos André Corrêa de; SANTIAGO, Ana Margarida; MANCEBO, Carlos Henrique Andrade. Engajamento no trabalho na administração pública: uma pesquisa no poder judiciário no estado do Pará, Brasil. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 11, n. 1, p. 95-112, 2020.

ALVES, Marcos Pereira Rodrigues. **Investigação Sobre O Uso Da Avaliação Formativa No Processo Do Ensino Da Matemática Nos Cursos De Engenharia**. 2023.

AMISH, Mohamed; JIHAN, Sha. Developing a Virtual Engineering Lab Using ADDIE Model. *Journal of e-learning Research*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 50–69, 2023. DOI: 10.33422/jelr.v2i1.417. Disponível em:

<https://diamondopen.com/journals/index.php/jelr/article/view/417>. Acesso em: 13 jul. 2024.

ANDRADE, Monica Cristina da Silva; VASCONCELLOS, Roberta Flávia Ribeiro Rolando; MARTINS, Herbert Gomes. **Guia de metodologias ativas para professores de ensino de ciências na educação básica**. Duque de Caxias, RJ: UNIGRANRIO, 2020. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599500>. Acesso em: 17 julho 2022.

ARAÚJO, Fernando da Silva; PEREIRA, Alexandre Luiz. ENSINO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS USANDO ÁLGEBRA LINEAR E PROGRAMAÇÃO: APLICAÇÃO DE AUTOVALORES E AUTOVETORES. **COBENGE22 - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2022.

ARAÚJO, Jalberth F.; GUIMARÃES, Rofrigo T. ; SILVA, Célio A.; SILVA, Henrique D. Virtual Environment for Assisting Learning of Residential Electrical Installations. In: **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, vol. 19, pp. 45-50, 2024, doi: 10.1109/RITA.2024.3368362.

ARIAS-GUNDÍN, O.; VIZOSO-GÓMEZ, C. Relación entre estrategias activas de afrontamiento, burnout y engagement en futuros educadores. **Estudios sobre Educación**, v. 35, p. 409 - 427, oct. 2018. Disponível em: <https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/19845>. Acesso em: 09 out. 2023.

ARIZA, Jonathan Álvarez; GIL, Sergio González. RaspyLab: A low-cost remote laboratory to learn programming and physical computing through Python and Raspberry Pi. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 17, n. 2, p. 140-149, 2022.

ÁVILA, Carolyne Amélia Assis; ANDRADE, Paulo César de Resende. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA INSERÇÃO DE ATIVIDADES GAMIFICADAS NO ENSINO COM O USO DE JOGOS DIGITAIS. **EducEaD-Revista de Educação a Distância da UFVJM**, v. 3, n. 1, p. 243-259, 2023.

AWUOR, Nicholas O. et al. Teamwork competency and satisfaction in online group project-based engineering course: The cross-level moderating effect of collective efficacy and flipped instruction. **Computers & Education**, v. 176, p. 104357, 2022.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018.

BAKRANIA, Smitesh. A Visual Approach to Teaching Properties of Water in Engineering Thermodynamics. **AEE Journal**, v. 8, n. 2, 2020.

BARD, Rosemere Damásio et al. A aprendizagem invertida como estratégia pedagógica de integração do ensino online ao presencial na disciplina de física no ensino superior. 2019.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo (Tradução Luís Antero Reto). **São Paulo, Brasil: Edições**, v. 70, 2016.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica. 2ª Edição ampliada. **MAKRON Editora, São Paulo, SP.(001.8 B277f-BSCED e CA)**, 2000.

BOLTSI, Angeliki; KALOVREKTIS, Konstantinos; XENAKIS, Apostolos; CHATZIMISIOS, Periklis; CHAIKALIS, Costas. Digital Tools, Technologies and Learning Methodologies for Education 4.0 Frameworks: A STEM Oriented Survey. IEEE Access, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10401932>. Acesso: ago. 2024.

BORDENAVE, Juan Díaz; PEREIRA, Adair Martins. Estratégias de ensino-aprendizagem. 33 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

BORGES, Fernanda; LIVISTOM, Calebe; ESPÍNDOLA, Juliana. USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FENÔMENOS DE TRANSPORTE - UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA NO ENSINO EMERGENCIAL REMOTO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, 2023.

BOSMAN, Lisa; PATERSON, Kurt; PHILLIPS, Margaret. Integrating online discussions into engineering curriculum to endorse interdisciplinary viewpoints, promote authentic learning, and improve information literacy. **International Journal of Engineering Education**, 2021.

BOUD, David; FELETTI, Grahame. **The challenge of problem-based learning**. Routledge, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 02/2019, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, p. 43-44. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNECESN22019.pdf.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021. Altera o Art. 9º, §1º da Resolução CNE/CES 2/2019 e o Art. 6º §1º da Resolução CNE/CES 2/2010, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=175301-rces001-21&category_slug=marco-2021-pdf&Itemid=30192.

BRENDA, Flávia et al. Um curso de programação para calouros com Scratch: um relato de licenciandos em computação. In: **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. SBC, 2024. p. 251-262.

BUI, TT Hang; KAUR, Amrita; TRANG VU, Minh. Effectiveness of technology-integrated project-based approach for self-regulated learning of engineering students. **European Journal of Engineering Education**, v. 47, n. 4, p. 591-605, 2022.

BYE, Robin T.; OSEN, Ottar L. On the development of laboratory projects in modern engineering education. In: **2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2019. p. 1300-1307.

CALDERÓN-GARRIDO, D. et al. Proyecto Engagement: elementos para una reformulación del Plan de Acción Tutorial de los grados de maestro en la Universidad de Barcelona. **Culture and Educación**, v. 31, n. 1, p. 193-197, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6937498>. Acesso em: 09 out. 2023.

CARDOSO, José Vitor de A. L.; CAPRI, Maria da R.; NETO, Ângelo Capri. Jogos didáticos e aulas experimentais: Criando um laboratório virtual para análise sistemática de cátions do grupo IIA. In: **COBENGE**, 2019.

CARDOSO, Matheus Prado; FERNANDES, Leandro Marochio; JUNIOR, Edmundo Rodrigues. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MECÂNICA DOS FLUIDOS. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia (RECeT)**, v. 4, n. 2, p. 159-173, 2023.

CARVALHO, Taisa Moitinho de et al. Qualidade de vida e engajamento no trabalho entre trabalhadores de enfermagem no início da pandemia de COVID-19. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 2903-2913, 2023.

CARVALHO, Walter R. B.; RODRIGUEZ, Carla L.; ROCHA, Rafaela V. Aprendizagem Baseada em Projetos no Contexto do Desenvolvimento de Jogos: uma Revisão Sistemática de Literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 33. , 2022, Manaus. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 267-277. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225197>.

CARMONA-HALTY, M.A.; SCHAUFELI, W.B.; SALANOVA, M. The Utrecht Work Engagement Scale for students (UWES-9): factorial validity, reliability, and measurement invariance in a Chilean sample of ungraduated university students. **Frontiers in Psychology**, v. 10, art. 1017, p. 1-5, apr. 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.01017/full>. Acesso em: 09 out. 2023.

CASALE, A. Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia. 2013. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos/SP.

CASTELAN, Jovani. METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM SATC 2030. **Revista Vincci-Periódico Científico do UniSATC**, v. 4, n. 2, p. 39-47, 2019.

CASTRO FILHO, José Aires; FREIRE, Raquel Santiago; MAIA, Dennys Leite. Estudo de Caso como método de pesquisa em Informática na Educação. **Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação: abordagem qualitativa**, v. 3, 2021.

CASTRO-GUTIÉRREZ, Nereyda; DIAZ-DIAZ, Irwin A. and CAMPOS, Eric. Virtual Laboratory to Boost Education in Engineering, 2022 **IEEE International Conference**

on Engineering Veracruz (ICEV), Boca del Río. Veracruz, Mexico, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEV56253.2022.9959107.

CAVALCANTE, Paulo Cesar de Souza et al. Rubricas analíticas para avaliação do desempenho dos alunos de ensino superior no Trabalho de Conclusão de Curso. **Conjecturas**, v. 22, n. 6, p. 543-564, 2022.

ÇAPRI, B.; BULET, G.; AKBAY, S. E. Utrecht Work Engagement Scale-Student Forms' (UWES-SF) Adaptation to Turkish, validity and reliability studies, and the mediator role of work engagement between academic procrastination and academic responsibility. **Educational Sciences: Theory & Practice**, v. 17, n. 2, p. 411-435, apr. 2017. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2017-17820-004>. Acesso em: 09 out. 2023.

CIRINO, Weverson dos Santos et al. Aprendizagem ativa aplicada no ensino das engenharias elétrica e eletrônica: um guia de uso das metodologias ativas. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 4, p. e3803-e3803, 2024.

CHENG, Baoquan; SU, Hao; CHENG, Dahao; LUO, Xiaowei. Developing Virtual Labs for Engineering Education: Lessons from Leveling Experiment. **Lecture Notes in Operations Research**, 2022. doi: 10.1007/978-981-99-3626-7_8.

CHINAGLIA, Eliane F.; OLIVEIRA, Carlos Augusto Rodrigues de; DIAS, Rafael Galdino; POJAR, Mariana; CURADO, Jessica Fleury; MASUNAGA, Sueli Hatsumi; SANTOS, Roberto Baginski Batista. PYTHON COMO FERRAMENTA DIDÁTICA EM DISCIPLINAS DE FÍSICA PARA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA. **50 COBENGE**, 2022.

CIRILO, Rodrigo de Paiva; SILVA, Ivoneide Mendes da; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. A CONSTRUÇÃO DE SOLUÇÕES POR MEIO DO DESIGN THINKING EM UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO BASEADA EM PROJETOS: ANALISANDO TENDÊNCIAS EM PESQUISAS NO ENSINO DA ENGENHARIA. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, 2021.

COELHO, Igor Rismo *et al.* GAMIFICAÇÃO NA SALA DE AULA: O USO DO SCRATCH COMO METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO. *In: ANAIS DO 9º SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO DO IFSC*, 2023, Joinville. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sepei-2023/trabalhos/gamificacao-na-sala-de-aula-o-uso-do-scratch-como-metodologia-ativa-para-o-ensin?lang=pt-br>> Acesso em: 11 Jul. 2024.

COLUSSO, Paulo Roberto. **O material didático digital na mediação das interações no ambiente virtual de aprendizagem na educação superior**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

CORTEZ, Júlia. Befaster: a aplicação lúdica da engenharia para a construção do conhecimento. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 1, 2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1510>. Acesso em: 12 junho 2022.

CRAWLEY, Edward et al. **Rethinking engineering education: the CDIO approach**. 2ª ed. [S.l.]: Springer Ed., 2014.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. **ok**

CRESWELL, John W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. São Paulo, SP: Penso, 341 p., 2014.

CRUZ, Mariana Leandro; SAUNDERS-SMITS, Gillian N.; GROEN, Pim. Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review. **European Journal of Engineering Education**, Bruxelas, v.44, n.6, p. 1-29, 2019.

DACIOLO, Leonardo Vinícius Paixão. Análise de metodologias ativas de ensino-aprendizagem abordadas no COBENGE. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 8, n. jan./dez., p. e178122-e178122, 2022.

DEL RÍO, Daniel Guzmán et al. Simulação como ferramenta de metodologia ativa de aula invertida: Uma forma didática de aplicação para a disciplina de controle no ensino da Engenharia Elétrica e Eletrônica na UEA. **Seven Editora**, p. 625-631, 2024.

DEWEY, John. Democracy and education: A Penn state electronic classics series publication. **Retrieved May**, v. 17, p. 2017, 2001.

DIAS, Diana et al. O que se “ensina” no Ensino Superior: avaliando conhecimentos, competências, valores e atitudes. 2018.

DURKAYA, Figen. Virtual laboratory use in science education with digitalization. **Hungarian educational research journal**, 2022. DOI: 10.1556/063.2022.00141.

EGGERT, Katia Monica Verdim; ASQUINO, Monica Aparecida; CRUZ, Dulce Márcia. Prática Pedagógica Construcionista com a Linguagem de Programação Scratch em uma abordagem STEAM. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 29. , 2023, Passo Fundo/RS. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 158-168. DOI: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.234360>.

EVANGELISTA, Tatiane da Silva; TOGNETTI, Tais Calliero; AMORIM, Ronni Geraldo Gomes de; NETO, A. F. S. MATH GAME: UMA ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EM CURSOS DE ENGENHARIA. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 1, 2018. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/745>. Acesso em: 12 junho 2022.

FERNANDES, Domingos. Rubricas de Avaliação. **Crítério**, v. 1, n. 2, p. 3, 2021.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.

FLORES, Nuno; PAIVA, Ana CR; CRUZ, Nuno. Teaching Software Engineering Topics Through Pedagogical Game Design Patterns: An Empirical Study. **Information**, v. 11, n. 3, p. 153, 2020.

FREIRE, Paulo et al. **A Educação na cidade**. São Paulo: Cortez Editora, 1991.

FREIRE, Eduardo Francisco da Silva; SANTOS, Rodrigo Pereira dos; SILVA, Simone Vasconcelos. Gamificação em engenharia de software: Evidências do processo de ensino-aprendizagem. **ETD: Educação Temática Digital**, n. 26, p. 9, 2024.

FREITAS, Elias José de Rezende; FORTES, Laís Sergiane. Aprendizagem ativa aplicada à Engenharia: um estudo sobre a percepção do aprendiz. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, 2020.

FREITAS, Thiago Victor Albuquerque de; RODRIGUES, Romulo do Nascimento; RIOS, Maria Alexandra de Sousa; BEZERRA, Roberto de Araújo. APLICAÇÃO DA PLATAFORMA TINKERCAD – CIRCUITS PARA O ENSINO DA DISCIPLINA INSTRUMENTAÇÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA MECÂNICA. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 42, 2023.

GAFFURI, Stefane Layana; BAZZO, Walter Antonio; CIVIERO, Paula Andrea Grawieski. O Ensino de Matemática na Engenharia: o que preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 7, n. 3, p. 867-878, 2023. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/etr/article/view/16889>. Acesso em: 20 março 2024.

GALVEZ, D.; DELGADO L.; CACERES, C.; Villarroel, L. Virtual Laboratory, a Learning Resource for Distance Education, 2022 **IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference**, Nancy, France, 2022, pp. 1-6, DOI: 10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033177.

GERALDES, Wendell Bento; MARTINS, Ernane Rosa; AFONSECA, Ulisses Rodrigues. Avaliação da usabilidade do scratch utilizando o método system usability scale (sus). In: **Anais da X Escola Regional de Informática de Mato Grosso**. SBC, 2019. p. 25-30.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 ISBN 9788522458233.

GRANJO, José FO; RASTEIRO, Maria G. Enhancing the autonomy of students in chemical engineering education with LABVIRTUAL platform. **Education for Chemical Engineers**, v. 31, p. 21-28, 2020.

GRANGEIRO, Ana Carolina Motta de Macedo et al. O engajamento nos estudos e o ensino remoto de emergência: uma pesquisa com estudantes universitários. **EmRede-Revista de Educação a Distância**, v. 9, n. 2, 2022.

GUERRERO-MOSQUERA, Luis Felipe; GÓMEZ, Daniel; THOMSON, Peter. Development of a virtual earthquake engineering lab and its impact on education. **Dyna**, v. 85, n. 204, p. 9-17, 2018.

GUIMARÃES, Gilselene Garcia. A APLICAÇÃO DO MÉTODO DESIGN THINKING NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: UMA EXPERIÊNCIA NO DESAFIO DE CRIAR E INOVAR O COMPLEXO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE CÁLCULO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, 2020. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1687>. Acesso em: 11 junho de 2022.

HAASE, J. Teaching Engineering Students Practical Skills By Means of Remote Laboratories, 2022 **IEEE 10th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)**, Hyderabad, India, 2022, pp. 419-424, doi: 10.1109/R10-HTC54060.2022.9929842.

HAREL, I; PAPERT, Seymour. **Children Designers: Interdisciplinary Constructions for Learning and Knowing Mathematics in a Computer-Rich School**. Ablex Publishing, 1991.

HASSAN, Jahan; DEVI, Anamika; RAY, Biplob. Virtual Laboratories in Tertiary Education: Case Study Analysis by Learning Theories. **Education Sciences**, 2022. doi: 10.3390/educsci12080554.

HENRI, Maria; JOHNSON, Michael D.; NEPAL, Bimal. A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. **Journal of Engineering Education**, Washington DC, v. 106, n. 4, p. 607-638, 2017.

HERAS, Simoneta Caño de las; GARGALO, Carina L.; CACCAVALE, Fiammetta; KENSINGTON-MILLER, Barbara; GERNAEY, Krist V.; BAROUTIAN, Saeid; KRÜHNE, Ulrich. From Paper to web: Students as partners for virtual laboratories in (Bio)chemical engineering education. **Frontiers in chemical engineering**, 2022. doi: 10.3389/fceng.2022.959188.

HONIG, Christopher DF; SUTTON, Catherine CR; BACAL, Dorota M. Off-campus but hands-on: Mail out practicals with synchronous online activities during COVID-19. **Education for Chemical Engineers**, v. 39, p. 84-93, 2022.

HSIEH, Wen Lan et al. Investigating students' experiences and perceptions of a flipped and adaptive online engineering thermodynamics class. **International Journal of Engineering Education**, v. 37, n. 2, p. 362-375, 2021.

JULBOYEV, Tulkin. The role of using virtual laboratories in teaching chemistry in pedagogical educational institutions. (2023). DOI: 10.37547/supsci-jgmr-03-02-07.

KAFAI, Yasmin B.; RESNICK, Mitchel (Ed.). **Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in A Digital World**. Routledge, 1996.

KAHU, E. R.; NELSON, K. Student engagement in the educational interface: understanding the mechanisms of student success. **Higher Education Research & Development**, v. 37, n. 1, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/07294360.2017.1344197>.

KARAYILAN, Metin et al. Zooming in on Polymer Chemistry and Designing Synthesis of High Sulfur-Content Polymers for Virtual Undergraduate Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 6, p. 2062-2073, 2021.

KEDDI, Diana; FRERICH, Sulamith. Enhancing engineering education by virtual laboratories. In: **International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation**. Springer, Cham, 2020. p. 359-365.

KIECKOW, Flávio; FREITAS, Denizard Batista de; LIESENFELD, Janaina. O ensino e a aprendizagem na engenharia: realidade e perspectivas. In: HOLZMANN, Henrique Ajuz; KUCKLA, Micheli (Org). **POSSIBILIDADES E ENFOQUES PARA O ENSINO DAS ENGENHARIAS**. DOI: 10.22533/at.ed.72219220418. Ponta Grossa. PR. Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432636>. Acesso em: 04 julho 2022.

LACERDA, Andreson Lopes de; SILVA, Tatiana da. Materiais e estratégias didáticas em ambiente virtual de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 321–342, 2015.

LAGE JUNIOR, Muris; AMIN, Maria Laura. CONCEITOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP): ENSINO POR MEIO DE SIMULAÇÃO. **XLVI COBENGE – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, 2018.

LATORRE, M. L. A.; CRUZ, J. C. R.; TENA, R. O. Propiedades psicométricas de la Utrecht Work Engagement Scale Student (UWES-S-17) en estudiantes mexicanos. **Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación**, [S. l.], v. 8, n. 33, p. 880–892, 2024. DOI: 10.33996/revistahorizontes.v8i33.770. Disponível em: <https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/1428>. Acesso em: 24 ago. 2024.

LIAN, Victor; VAROY, Elliot; GIACAMAN, Nasser. Learning Object-Oriented Programming Concepts Through Visual Analogies. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, 2022.

LICCIARDI JUNIOR, Antonio Newton. SOBRE A UTILIZAÇÃO DE LABORATÓRIO VIRTUAL EM ENGENHARIA NO ENSINO A DISTÂNCIA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS. **XLVIII COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2020.

LIMA, Alvaro Augusto Soares; OCHOA, Alvaro Antonio Villa; COSTA, José Ângelo P. da; HENRIQUEZ, Jorge R. G.; CEZAR, Kleber Lima; SOUZA, Alisson Cocci de. APLICAÇÃO COMPUTACIONAL DE PROBLEMAS DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA: MODELAGEM, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE UM ABSORVEDOR DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, 2023a.

LIMA, Gemaél Barbosa; CRUZ, Adilson Oliveira; MOREIRA, Sergio Adriany Santos; COSTA, Ricardo André da; BALDOTTO, Julielza Betzel; PINTO, Wanderson de Paula. Aprendizagem baseada em projeto aplicada no sistemas de abastecimento de água: um estudo de caso. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 88-100, 2023b.

LIMA, José Vitor Ramos de; BELLEMAIN, Franck Gilbert René. Prototipação de um jogo digital com o suporte da Engenharia Didático-Informática. **Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 14, n. 2, p. 5, 2023.

LIMA, Luan; SILVA, Murilo; BARBOZA, Lucas. DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA APRENDIZAGEM DE DIMENSIONAMENTO DE VIGA RETANGULAR EM CONCRETO ARMADO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, 2023.

LIU, Kunzhe; KHOLODILIN, Ivan. Developing Virtual Laboratories for Understanding the Automation Course, **2023 Seminar on Electrical Engineering, Automation & Control Systems**, Theory and Practical Applications (EEACS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 208-213, doi: 10.1109/EEACS60421.2023.10397226.

LOGO FOUNDATION, 2014. Disponível em: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/index.html. Acesso em: 04 julho 2022.

LOPES, Rui Pedro; MESQUITA, Cristina; TAVARES, Rogério Júnior Correia. Gamificação: uma experiência pedagógica no ensino superior. **Digital games and learning**, p. 116-126, 2019.

LUIZ, E.; PINHEIRO, A. G. P.; MILANEZ, A. F.; SILVA, M. A. F. da; SILVA, P. H. A. da. GameTest: Um jogo para praticar teste de software . **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 27, n. 1, 2024. DOI: 10.22491/1982-1654.138735. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/138735>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MACKEY, Alison; GASS, Susan. Common data collection measures. **Second language research: methodology and design**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, p. 43-99, 2005.

MAIOLINI, André Solano Ferreira Rodrigues; SANTOS, Marcelo Otávio dos; STAVROPOULOS, Konstantinos Dimitriou. USO DE ESTRATÉGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA: ESTUDO DE CASO. **50 COBENGE**, 2022.

MARÍN, Victoria I. Aprendizagem centrada no aluno no ensino superior em tempos de Covid-19: Uma análise crítica. **Estudos em Aprendizagem Aprimorada pela Tecnologia**, 2022, 2 (2). <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.be17c279>.

MARIOTTO, Fábio Luiz; ZANNI, Pedro Pinto; DE MORAES, Gustavo Hermínio Salati Marcondes. Para que serve um estudo de caso único na pesquisa de gestão?. **RAE- Revista de Administração de Empresas**, v. 54, n. 4, p. 358-369, 2014.

MARTINS, Paulo Rodolfo de Oliveira; NEGRI, Rogerio Galante; FORMIGA, Jorge Kennety Silva; BARDINI, Vivian Silveira dos Santos; GALVÃO, Amanda Louisi dos Santos; BRESSANE, Adriano . Adaptive teaching based on gamification: a pedagogical strategy for formative assessment in higher education. **Educação Online**, v. 17, n. 39, p. 42-58, 2022.

MARTINS, Valéria F.; CONCILIO, Ilana de Almeida Souza; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Problem based learning associated to the development of games for programming teaching. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 26, n. 5, p. 1577-1589, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.21968>. Acesso em: 11 junho 2022.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. Aprendizagem invertida: ensino híbrido em aulas de física geral dos cursos de engenharia. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 1, p. 102-118, 2018.

MATHEUCCI, Guilherme Augusto et al. Análise do laboratório virtual de aprendizagem LabHidra.com aplicado ao ensino de hidráulica. **# Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2021.

MATTAR, João; RAMOS, Daniela Karine. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. Grupo Almedina, 2021.

MEDEIROS, Fernandina Fernandes de Lima; MILL, Daniel; PARESCHI, Claudinei Zagui; MAURÍCIO, Gustavo Carvalho. TENDÊNCIAS ATUAIS NO ENGAJAMENTO DO ESTUDANTE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS DETERMINANTES E ESTRATÉGIAS EM CONTEXTOS EDUCACIONAIS. Anais **CIET: Horizonte**, São Carlos-SP, v. 7, n. 1, 2024. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/2633>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MELO, Luana Patrícia Nunes de; SOUSA, Elidiane da Silva Lucas de; SOUZA, Wendell Rossine Medeiros de. O USO DA TECNOLOGIA COMO AUXÍLIO DO ENSINO-APRENDIZAGEM DE MECÂNICA DAS ESTRUTURAS. **50 COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2022.

METRING, Roberto Araújo. Pesquisas científicas: planejamento para iniciantes. **Curitiba: Juruá**, p. 978853622121-2, 2009.

MICHELS, Tatiana Aparecida; PAZ, Daiane Padula; FERREIRA, Aline Maiara Saldanha. Gamificação como estratégia de ensino. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**, v. 4, n. 1, 2019.

MIGUEL, Lucas de Castro et al. AMBIENTE VIRTUAL COM REALIDADE VIRTUAL INTERATIVA NO AUXÍLIO DE ENSINO DE ENGENHARIA DE REATORES. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**, v. 8, n. 2, 2023.

MINUZI, Nathalie Assunção et al. Metodologias Ativas no ensino Superior: desafios e fragilidades para implementação. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, 2019. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1509>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MIRANDA, Marina et al. Active, experiential and reflective training in civil engineering: evaluation of a project-based learning proposal. **European Journal of Engineering Education**, v. 45, n. 6, p. 937-956, 2020.

MIT - Massachusetts Institute of Technology. 2024. Disponível em: <https://www.mit.edu>.

MOURTHÉ JUNIOR, Carlos Alberto; LIMA, Valéria Vernaschi; PADILHA, Roberto de Queiroz. Integrating emotions and rationalities for the development of competence in active learning methodologies. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 22, p. 577-588, 2017.

MUÑOZ, Guadalupe M. H.; FLORES, Leslie S. R. ; IBARRA, Fernando M. and VELAZQUEZ, Angel R. R. Simulators and virtual laboratories in online engineering education: A student perspective, **XII International Conference on Virtual Campus (JICV)**, Arequipa, Peru, 2022, pp. 1-3, doi: 10.1109/JICV56113.2022.9934211.

MUÑOZ, M. A. C.; MORALES, C. M. Nivel de engagement y su implicancia en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de ciencias de la salud de la Unheval-Huánuco, 2015. **Revista Boletín Redipe**, v. 8, n. 2, p. 131–139, feb. 2019. Disponível em: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/692>. Acesso em: 09 out. 2023.

NOLEN, Susan Bobbitt; KORETSKY, Milo D. Affordances of virtual and physical laboratory projects for instructional design: Impacts on student engagement. **IEEE Transactions on Education**, v. 61, n. 3, p. 226-233, 2018.

NOTAROS, Branislav M. et al. New partially flipped electromagnetics classroom approach using conceptual questions. **International Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 4, p. 1215-1223, 2019a.

NOTAROS, Branislav M. et al. Computer- assisted learning of electromagnetics through MATLAB programming of electromagnetic fields in the creativity thread of an integrated approach to electrical engineering education. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 27, n. 2, p. 271-287, 2019b.

PAPERT, Seymour. A Máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. Logo: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense S.A, 1988.

PAPERT, Seymour; HAREL, Idit. Situating constructionism. **Constructionism**, v. 36, n. 2, p. 1-11, 1991.

PASQUAL JUNIOR, Paulo Antônio. Pensamento computacional e tecnologias: reflexões sobre a educação no século XXI. **Educs, Caxias do Sul, RS, Brasil**, 2020.

PATTON, Michael Quinn. Qualitative research & evaluation methods: integrating theory and practice. 4 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2015.

PELLETIER, Kathe et al. **2022 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition**. EDUC22, 2022.

PEREIRA, Ingrid Marina Pinto et al. Design Thinking na aplicação de gamificação para engenharia de produção: um estudo de caso na Universidade Federal do Amazonas. **Peer Review**, v. 5, n. 8, p. 119-138, 2023.

PESQUISA TIC EDUCAÇÃO 2022 – Survey on the use of information and communication technologies in Brazilian schools: ICT in Education 2022. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. -- 1. ed. -- São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2023. ISBN: 978-65-85417-18-1. Disponível em: https://cetic.br/tic_educacao_2022_livro_completo.

PORTO-MARTINS, Paulo; BENEVIDES-PEREIRA, Ana. Tradução da versão completa (17 itens) do instrumento do UWES-S (Study & Well-being Survey STUDENT UTRECHT WORK ENGAGEMENT SCALE / Escala de Engajamento Para Estudantes de Utrecht) para população brasileira, PT-B., 2009. DOI: 10.13140/RG.2.2.16208.61444.

PORTO-MARTINS, Paulo; BENEVIDES-PEREIRA, Ana; PASQUALOTTO, Rosana. Tradução do Manual do UWES (UTRECHT WORK ENGAGEMENT SCALE / Escala de Engajamento no Trabalho de Utrecht) para português PT-B., 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325652192_Traducao_do_Manual_do_UWES_UTRECHT_WORK_ENGAGEMENT_SCALE_Escala_de_Engajamento_no_Trabalho_de_Utrecht_para_portugues_PT-B. Acesso em: 25 out. 2023.

QUIROGA, Maria del Mar; CHOATE, Julia K. A virtual experiment improved students' understanding of physiological experimental processes ahead of a live inquiry-based practical class. **Advances in Physiology Education**, v. 43, n. 4, p. 495-503, 2019.

RAFALSKI, Jadson do Prado; SANTOS, Otávio Lube dos. Uma experiência com a Linguagem Scratch no Ensino de Programação com Alunos do Curso de Engenharia Elétrica. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2016. p. 612-620.

REDDY, S. N. et al. Investigating The Transformative Effects of Active Learning Methodologies in The Field of Engineering Education to Improve Learning Outcomes in Students by Unleashing Their Potential. **Journal of Engineering Education Transformations**. DOI: 10.16920/jeet/2024/v37is2/24088.

RESNICK, Mitchel. Give P's a Chance: Projects, Peers, Passion, Play. In: **Constructionism and creativity: Proceedings of third internacional constructionism conference. Austrian computer society, Vienna**. 2014. p. 13-20. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>. Acesso em: 08 maio 2018.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de Infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Penso Editora, 2020.

RESNICK, Mitchel; RUSK, Natalie. Coding at a crossroads. **Communications of the ACM**, v. 63, n. 11, p. 120-127, 2020.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL). EdUFSCar. E-book, p. 151, 2022. ISBN 9786586768923.

RÍO, D.G. del; CIRINO, W. dos S.; MONTEIRO, B. da G.; CISNEROS, E. A. G. Simulação como ferramenta da metodologia de sala de aula invertida ativa: Uma forma didática de aplicação para a disciplina de controle no ensino de Engenharia Elétrica e Eletrônica da UEA. **Seven Editora**, [S. l.], p. 625–631, 2024. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/4794>. Acesso em: 24 ago. 2024.

ROCHA, Alexandro Vladno; RODRIGUES, Kênia Chagas; ROCHA, Fabrícia Abrantes Figueiredo. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS APLICADA À DISCIPLINA DE GERAÇÃO EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 43, 2024.

ROCHA, K. C. da; BASSO, M. V. de A. POLÍGONOS NO SCRATCH: UM OLHAR PARA O PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE ABSTRAÇÕES REFLEXIONANTES. **VIDYA**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 44, n. 1, p. 305–324, 2024. DOI: 10.37781/vidya.v44i1.4688. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4688>. Acesso em: 23 ago. 2024.

RODEGHIERO, Carolina Campos; SPEROTTO, Rosária Ilgenfritz; ÁVILA, Christiano Martino Otero. Aprendizagem criativa e Scratch: possibilidades metodológicas de inovação no ensino superior. **Momento-Diálogos em Educação**, v. 27, n. 1, p. 188-207, 2018.

ROMAN, Claudia; DELGADO, Miguel A.; GARCÍA- MORALES, Moisés. Socrative, a powerful digital tool for enriching the teaching–learning process and promoting interactive learning in Chemistry and Chemical Engineering studies. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 29, n. 6, p. 1542-1553, 2021.

SALZINGER, Julia; KURNIAWATI, Ika; ABRAHAMCZYK, Lars; HÖFFER, Rüdiger. Thinking outside the box - Virtual, intercultural labs in engineering education, 2023. DOI: 973-980.10.4995/HEAd23.2023.16235.

SANCHEZ-GOMEZ, Carlos A. Implementing a joint learning method (PBL and EBL) to innovate the development of mechanical engineering technical and non-technical skills. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 50, n. 1, p. 176-196, 2022.

SANTANA, André Luiz Maciel. **Educação em engenharia na era da indústria 4.0:** um método para operacionalizar o desenvolvimento de competências para a realização de projetos complexos, baseados na resolução de problemas reais. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-22052023-083248/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SANTOS, Caroline dos; FREITAS, Pâmela da Silveira; LOPES, Mirian Marchezan. Ensino Remoto e a utilização de laboratórios virtuais na área de ciências naturais. **Anais Do Salão Internacional De Ensino, Pesquisa E Extensão**, v. 12, n. 1, 2020.

SANTOS, Danielle Fernandes Amaro dos; CASTAMAN, Ana Sara. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. **Revista Linhas**, v. 23, n. 51, p. 334-357, 2022.

SANTOS, Laurita Christina Bonfim et al. Lógica de programação através da robótica: Uso do Scratch e Arduino para criação de robôs e projetos interativos. **LUMEN ET VIRTUS**, v. 15, n. 39, p. 2408-2421, 2024.

SARAC, Vasilija. Learning Fundamentals of Electrical Engineering by the Aid of Virtual Laboratories, 2024. doi: 10.1109/infoteh60418.2024.10496024.

SARAIVA EDUCAÇÃO. **Guia completo para a aplicação de metodologias ativas no ensino superior**. [S. l.], 07 junho 2022. Disponível em: <https://blog.saraivaeducacao.com.br/metodologias-ativas-no-ensino-superior/>. Acesso em: 11 julho 2022.

SCHAUFELI, Wilmar B.; BAKKER, Arnold. Utrecht work engagement scale (UWES). **Test manual. Utrecht, The Netherlands: Department of Social & Organizational Psychology**, 2003.

SAVERY, John. R.; DUFFY, Thomas M. Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *In: FOGARTY, R. (ed.). Problem based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 1995, p. 72-92.

SCHMIDT, Henk G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical education**, v. 27, n.5, p. 422-432, 1993.

SCHMITZ, Anelise; NERVIS, Leandro Olivio; NOGUEIRA, Matheus Lemos. INTERFACES EM LABORATÓRIO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EM ENGENHARIAS – ESTUDO DE SOLOS. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, 2021.

SCRATCH, 2024. Disponível em: <http://scratch.mit.edu>.

SERRANO, Milene; SERRANO, Maurício; DE SALES, André Barros. DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS: RELATO DA EXPERIÊNCIA UTILIZANDO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NA DISCIPLINA DE REQUISITOS DE SOFTWARE. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, 2021.

SHERRER, Shanen M. A virtual laboratory module exploring photosynthesis during COVID- 19. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 48, n. 6, p. 659-661, 2020.

SHETTY, Swathi et al. Experiential Learning of Strength of Materials and Fluid Mechanics using Virtual Labs. In: **2020 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)**. IEEE, 2020. p. 1-6.

SILVA, Alex Wendel O.; RIBEIRO, Manoel; SILVA, Arinaldo P. Laboratório Virtual de Microbiologia: uma ferramenta de apoio para execução de experimentos práticos. In: **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2023. p. 728-737.

SILVA, Augusto Herbert Azevedo et al. Usando a robótica educacional com Scratch e Arduino para melhor compreensão de Ciências Exatas. **Scientia Prima**, v. 6, n. 1, p. 147-159, 2020.

SILVA, Flaviana dos Santos et al. O desenvolvimento do pensamento computacional com integração do software Scratch no ensino superior. **Revista Observatório**, v. 5, n. 1, pág. 276-298, 2019.

SILVA, Iris Bento; AGOSTINHO, Oswaldo Luiz. A strategy for teaching and learning technical drawing. **The International journal of engineering education**, v. 34, n. 6, p. 1939-1950, 2018.

SILVA, Jarbas da Cunha e; TONINI, Adriana Maria. Educação em engenharia: as competências na formação do engenheiro. / Adriana Maria Tonini (org.). – 1ª ed. – Goiânia : Editora Alta Performance, 2023. [E-book] 352p. : il. ISBN: 978-65-5447-158-9.

SILVA, Juliana Ollé Mendes da et al. Engajamento entre estudantes do ensino superior nas ciências da saúde (validação do questionário Utrecht Work Engagement Scale (UWES-S) com estudantes do ensino superior nas ciências da saúde). **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42, p. 15-25, 2018b.

SILVA, Luciano Ferreira. O ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DE JOGOS VIRTUAIS: O USO DA GAMIFICAÇÃO EM SALA DE AULA. **Revista OWL (OWL Journal) - REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO E EDUCAÇÃO**, v. 2, n. 2, p. 165-179, 2024.

SILVA, Luis Henrique; OLIVEIRA, Anna Augusta Sampaio. Contribuições do projeto piloto à coleta de dados em pesquisas na área de educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**. v. 10, n. 1, p. 225-245, 2015.

SILVA, Mateus Leme. da; OLIVEIRA, Sandra Cristina de; SANTOS, Monique Matsuda dos; SCALCO, Andreia Rossi. An analysis of student dropout in Engineering courses at a Brazilian Public University. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e70985159, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5159.

Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5159>. Acesso em: 21 aug. 2024.

SILVA, Matheus Pereira da. Framework para implementação BIM: uma abordagem baseada em lean, agile e design thinking. 2024. Dissertação. Universidade de Brasília. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/48866>. Acesso: ago 2024.

SILVA, Rogéria Maria Rodrigues; SALGADO, Tania Denise Miskinis. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP) EM CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS: O QUE DIZEM OS DISCENTES?. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 1, 2019.

SILVA, Sildemar Albertini da; OLIVEIRA, Oséias Santos de. Evasão nas engenharias: um estudo a partir da visão dos acadêmicos de uma IFES. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 13, n. 2, p. 309-321, 2022.

SILVA, William Pinheiro; ALVES, Helem Monyelle de Mélo; DANTAS, Felipe Barros; NASCIMENTO, Marbyo Lopes do Nascimento; COSTA, Edson Guedes da. UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA PRÁTICA PARA O ENTENDIMENTO DO CIRCUITO DE GREINACHER. XLVI COBENGE 2018 – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2018a. Disponível em:

https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 03 maio 2018.

SIMÕES, André Luiz Andrade; SCHULZ, Harry Edmar; SCHUSSLER, Jaime C. e HUGHES, Mary. ONLINE LABORATORIES IN PANDEMIC TIMES: CASE OF STRUCTURES/STATICS USING THE ZEEMAN'S MACHINE. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, 2022.

SIVAPRAGASAM, C. et al. Developing Virtual Labs in Fluid Mechanics with UG Students' Involvement. In: **International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation**. Springer, Cham, 2019. p. 733-741.

SOUSA, Elidiane da Silva Lucas de; MELO, Luana Patrícia Nunes de; SOUZA, Wendell Rossine Medeiros de. O USO DO SOFTWARE "ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS" NA DISCIPLINA DE MECÂNICA DAS ESTRUTURAS. **COBENGE22 – Congresso Brasileiros de Ensino de Engenharia**, 2022.

STEVENS, Dannelle D.; LEVI, Antonia J. **Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback, and promote student learning**. Stylus Publishing, LLC, 2013.

STOFFEL, Fernanda; PIEMOLINI-BARRETO, Luciani Tatsch; SILVA, Priscila Juliana da. Metodologias participativas e aprendizagem baseada em problemas no curso de Engenharia de Alimentos. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, 2020.

Disponível em:

<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1703>. Acesso em: 10 junho 2022.

SUPERVÍA, P. U.; BORDÁS, C. S. ¿Cómo se interrelacionan las variables de burnout, engagement y autoeficacia académica? Un estudio con adolescentes

escolares. **Alternativas Psicología**, n. 44, p. 8-24, jul. 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6492491>. Acesso em: 09 out. 2023.

SUTILI, Felipe Korbus; RAINERI, Iara Alessandra Donati. Metodologias ativas na formação do engenheiro do século XXI: desafios e reflexões. **Olhar de Professor**, v. 25, p. 1-23, 2022.

TANG, Kuok Ho Daniel. Student-centered Approach in Teaching and Learning: What Does It Really Mean?. **Acta Pedagogia Asiana**. Review Volume 2(2), 2023, 72-83 <https://doi.org/10.53623/apga.v2i2.218>.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Inovação Pedagógica com Tecnologia: mundos imersivos e agentes conversacionais. **RENOTE**, v. 17, n. 2, p. 92-108, 2019.

TELLES, Fabio. Um olhar sobre as mudanças e os desafios para a implementação das Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019 nos cursos de engenharia. **Revista Thema**, v. 22, n. 2, p. 565-583, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/2988>. Acesso em: 20 março 2024.

VAHDATIKHAKI, Faridaddin; FRISO-VAN DEN BOS, Ilona; MOWLAEI, Sajad and Kollöffel, B. Application of gamified virtual laboratories as a preparation tool for civil engineering students. **European Journal of Engineering Education**, 2023. doi: 10.1080/03043797.2023.2265306.

VANIN, Camila; TAKEDA, Humberto Hissashi; LOURENÇO, Luzia da Silva. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): tabela periódica tradicional versus Ptable: Problem-Based Learning (PBL): traditional periodic table versus Ptable. **Revista Cocar**, v. 20, n. 38, 2024.

VASCAN, Teodora. THE IMPACT OF VIRTUAL LABORATORIES ON EDUCATION. **Acta et Commentationes, Sciences of Education**, 2024. DOI: 10.36120/2587-3636.v36i2.134-143.

VENTURINI, Simone Ferigolo et al. DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS POR MEIO DA METODOLOGIA PROJECT BASED LEARNING: UM ESTUDO DE CASO NA DISCIPLINA INSTRUMENTAÇÃO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 1, 2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1528>. Acesso em: 11 junho 2022.

VEZA, I.; SULE, A.; PUTRA, N. R.; IDRIS, M.; GHAZALI, I.; IRIANTO, I.; PENDIT, U. C.; MOSLIANO, G.; ARASMATUSY. Virtual Laboratory for Engineering Education: Review of Virtual Laboratory for Students Learning. **Engineering Science Letter, [S. l.]**, v. 1, n. 02, p. 41–46, 2022. DOI: 10.56741/esl.v1i02.138. Disponível em: <https://journal.iistr.org/index.php/ESL/article/view/138>. Acesso em: 13 jul. 2024.

VIDAL, D. V.; SILVA, José Cláudio Sooma. Questões éticas na pesquisa sobre a própria prática ou no ambiente de trabalho. **ANPED. Associação Nacional de Pós-**

Graduação e Pesquisa em Educação. Ética e pesquisa em Educação: subsídios. Rio de Janeiro: ANPEd, p. 43-46, 2019.

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor et al. Projeto JogAR: Ensinando Programação com Jogos Digitais e Realidade Aumentada para o Ensino Superior. 2019.

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; POZZEBON, Eliane; TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach. Jogos digitais com realidade aumentada no Ensino Superior: um projeto para introdução a programação. **Conjecturas. Ponta Delgada, Portugal. Vol. 21, n. 3 (jul./set. 2022), p. 1-19, 2022.**

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Patrícia Fernanda da; FARACO, Morgana Nuernberg Sartor. Scratch nas Engenharias: Alunos desenvolvedores de experimentos para laboratório virtual. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 20, n. 1, p. 358-367, 2022.

VIEGAS, Clara et al. Impact of a remote lab on teaching practices and student learning. **Computers & Education**, v. 126, p. 201-216, 2018.

VILELA, Plínio R.S. Ensino de Engenharia de Software utilizando Sala de Aula Invertida. In: **Anais da VII Escola Regional de Engenharia de Software**. SBC, 2023. p. 21-30.

WAHYUDI, Muhamad Nu Azmi; BUDIYANTO Cucuk Wawan; WIDIASTUTI, Indah; HATTA, Puspanda; BAKAR, Mohd Shafie. Understanding Virtual Laboratories in Engineering Education: A Systematic Literature Review. **International journal of pedagogy and teacher education**. 2024. DOI: 10.20961/ijpte.v7i2.85271.

WATANABE, Flávio Yukio et al. AS NOVAS DCNS DE ENGENHARIA-DESAFIOS, OPORTUNIDADES E PROPOSIÇÕES. In: **Congresso de Ensino de Graduação**. 2019. Disponível em: <http://www.formacaodocentendidped.ufscar.br/index.php/2020/conegrad/paper/view/78>. Acesso em: 07 nov. 2022.

WRIGHT, Kamau; SLABOCH, Paul E.; JAMSHIDI, Reihaneh. Technical writing improvements through engineering lab courses. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 50, n. 1, p. 120-134, 2022.

YASMIN, Musarat; YASMEEN, Afifa. Viability of outcome-based education in teaching English as second language to chemical engineering learners. **Education for Chemical Engineers**, v. 36, p. 100-106, 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZANOTTO, Maria Angélica do Carmo; AUGUSTO, Thiago de Assis; SCURACCHIO, Carlos Henrique. USO DE RUBRICAS PARA AVALIAÇÃO FORMATIVA: UMA EXPERIÊNCIA EM PERÍODO REMOTO NO CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, 2023.

APÊNDICE I -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) estudante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: “**Desenvolvendo experimentos para Laboratórios Virtuais: Scratch nas Engenharias**”. Ela está vinculada a Tese de Doutorado desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Informática na Educação (PPGIE) do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Esta pesquisa busca investigar o impacto na aprendizagem dos estudantes de Engenharias envolvidos ativamente na construção e desenvolvimento de experimentos para um laboratório virtual utilizando os conteúdos curriculares da disciplina de Materiais e Corrosão do curso de Engenharia Química da UNISATC, e a ferramenta *Scratch* como recurso tecnológico educacional.

Você não terá despesas e nem será remunerado pela participação. Em caso de dano durante a pesquisa, será garantida a indenização. A sua participação não oferece risco algum. Você ainda poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

A atividade será realizada durante as aulas de Materiais e Corrosão, entre os meses de abril e julho de 2023. Sua participação será por meio do acesso ao Ambiente Virtual de Aprendizagem (site), do desenvolvimento das atividades didáticas sobre o *Scratch*, dos questionários, enquetes e entrevistas, bem como da sua participação ativa, na qual você será observado(a) e sua produção analisada.

Sua participação é muito importante para o sucesso da pesquisa pois contribuirá com estudos sobre a utilização das Metodologias Ativas na Educação em Engenharia, Aprendizagem Criativa, Aprendizagem baseada em Problemas, programação em blocos, além de muitos outros benefícios, como a) conhecer e testar uma nova ferramenta de aprendizagem; b) ter acesso a conteúdos de forma interativa e a qualquer momento; c) contribuir para que o uso e desenvolvimento desta atividade venha ser ampliada e divulgada nas disciplinas e cursos.

Os dados coletados e obtidos nesta investigação (conversas, atividades, fotos, questionários) serão absolutamente para fins acadêmicos, e por isso será garantido o total sigilo e anonimato das informações, não havendo identificação dos estudantes participantes. Os riscos são mínimos e você não precisa realizar qualquer atividade que cause desconforto.

As pessoas envolvidas nesta atividade são a pesquisadora de doutorado Ms. Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto (UFRGS), a professora Dra. Morgana Nuernberg Sartor Faraco (UNISATC), a orientadora Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco (UFRGS), e a coorientadora Dra. Patrícia Fernanda da Silva (UFRGS).

Este documento será elaborado em duas vias, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo participante da pesquisa, e pela pesquisadora responsável, ficando uma via com cada um. Sua colaboração terá início a partir da entrega desse documento assinado pelo participante e pela responsável da atividade acima descrita.

A responsável pela pesquisa é a doutoranda Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto, seu e-mail é kajianansartor@gmail.com e seu telefone é (48)99191-5007.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes a atividade e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Criciúma, ____/____/____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura da pesquisadora

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM

Autorizo o uso de minha imagem para fins específicos de divulgação dos resultados da pesquisa, sendo seu uso restrito à escrita de artigos e da Tese de Doutorado, tendo meu nome trocado por pseudônimos e as imagens em que o rosto não apareça ou seja camuflado. Fui informado que serão tomadas todas as medidas possíveis para preservar o anonimato e a minha privacidade.

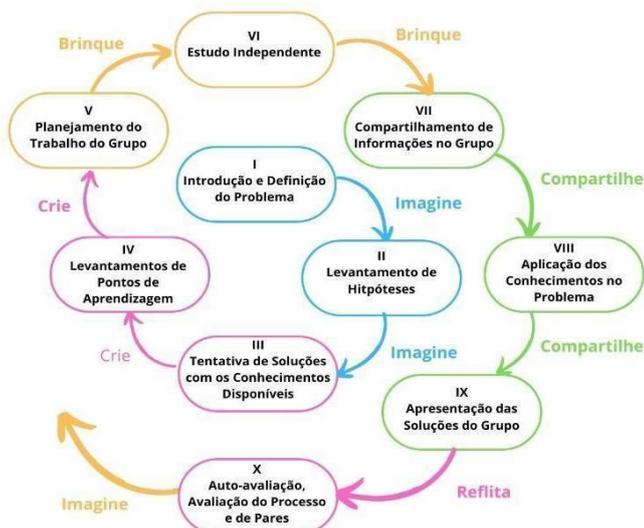
Criciúma, ____/____/____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE II - METODOLOGIA APLICADA

Aprendizagem Criativa e Aprendizagem baseada em Problemas – AC/ABP



Disciplina: _____

Nomes dos integrantes do grupo: _____

Etapa I – Introdução e Definição do problema

“Construir experimentos virtuais (simulações) para o LabVirt EDU das Engenharias utilizando conteúdos da disciplina [nome da disciplina] e a linguagem de programação visual - *Scratch*”

Etapa II – Levantamento de hipóteses

Etapa III e IV – Tentativas de soluções com os conhecimentos disponíveis e Levantamento dos pontos de aprendizagem

Etapa V e VI – Planejamento do trabalho do grupo e estudo independente

Etapa VII e VIII – Compartilhamento de informações no grupo e aplicações de conhecimento na resolução do problema

Etapa VII e VIII – Apresentação das soluções do grupo e auto-avaliação, avaliação do processo e avaliação dos pares

APÊNDICE III - QUESTIONÁRIO PÓS-ESTRATÉGIA

Seção 1 de 4

Laboratório Virtual nas Engenharias

Este questionário tem o objetivo de identificar o impacto na aprendizagem dos estudantes das Engenharias da UNISATC como desenvolvedores de experimentos para o Laboratório Virtual (LabVirt EDU: *Scratch* nas Engenharias) de forma a complementar o processo de aprendizagem do componente curricular, além de identificar o desenvolvimento das competências esperadas dos estudantes segundo as Diretrizes Nacionais Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia e o engajamento com relação a atividade e ao curso.

O questionário levará em torno de 15 (minutos) para ser preenchido.

A sua participação é de extrema importância pois contribuirá para o estudo sobre Informática na Educação, a utilização das Metodologias Ativas e a construção (e aplicação) de estratégias de ensino e aprendizagem para o processo educacional dos cursos superiores. Os dados obtidos nesta investigação serão usados, exclusivamente, para fins acadêmicos, e por isso será garantido o total sigilo e anonimato das informações, não havendo identificação dos alunos participantes.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela Pesquisadora Kajiana N. S. Vidotto (kajianansartor@gmail.com).

Desde já, agradecemos imensamente a sua participação.

Seção 2 de 4

Estratégia de Ensino e Aprendizagem - Desenvolvimento dos Experimentos para o LV

O material didático construído e disponibilizado no website para a atividade foi:

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Muito interessante e chamou a atenção.					
Foi mais difícil de entender do que gostaria.					
A qualidade do material e do site ajudou a manter a minha atenção.					

Abstrata e de difícil entendimento.					
Muito boa e fez eu querer saber mais sobre o assunto.					
Não foi relevante para as minhas necessidades.					
Um prazer trabalhar em um material bem concebido/desenhado.					
Apreendi coisas surpreendentes ou inesperadas.					
O design do material é pouco atraente. O material didático disponibilizado foi suficiente para construir e desenvolver o experimento.					
O material didático disponibilizado foi suficiente para construir e desenvolver o experimento.					

Gostaria de comentar algo a mais sobre o material didático e o AVA?

Você acredita que se outra pessoa interagir com o experimento que você e seu grupo construíram, ela irá compreender o conteúdo/tema abordado como em um experimento físico?

- () Sim pois o experimento aborda todas as temáticas do conteúdo curricular.
 () Talvez pois faltou agregar conteúdo ao experimento.
 () Não, pois o conteúdo do experimento não está de acordo com um experimento real.

Responda de acordo com o seu entendimento:

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
A linguagem de programação em blocos foi suficiente para realizar os experimentos virtuais.					
A atividade contribuiu para complementar a					

aprendizagem do conteúdo da disciplina.					
Os experimentos virtuais auxiliaram no entendimento do conteúdo.					
O conteúdo utilizado no experimento se tornou mais leve e fácil de compreender.					
O Scratch possui os recursos necessários para construir e programar um experimento.					

Qual a sua percepção com relação à atividade desenvolvida na disciplina e o desenvolvimento de experimentos sobre os conteúdos?

- () Tive muitas dificuldades na atividade.
 () Tive poucas dificuldades mas consegui realizar com o apoio das professoras e colegas.
 () Minha aprendizagem foi facilitada pela autonomia proposta pela atividade.
 () Achei muito fácil realizar esta atividade pois já conhecia programação em blocos e apoio das professoras e colegas.

Você se sentiu motivado e engajado durante a atividade de desenvolver um experimento virtual com os conteúdos da disciplina?

0 1 2 3 4 5 6

Pouco motivado (a) e engajado (a) Muito motivado (a) e engajado (a)

Você gostaria de comentar algo significativo para você que ocorreu durante o desenvolvimento da atividade?

Seção 3 de 4

Sobre o Perfil e as Competências desenvolvidas durante a atividade - Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias

Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade relacionadas ao Item 1 do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias:

Visão holísti...	Crítico	Reflexivo	Criativo	Cooperativo	Ético
<input type="checkbox"/>					

Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade relacionadas ao Item 2 do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias:

Pesquisar	Desenvolver	Adaptar	Utilizar novas tecnologias	Inovador (a)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade relacionadas ao Item 3 do perfil do estudante. Marque quantas forem necessárias:

Reconhecer as necessidades dos usuários	Formular	Analisar	Resolver problemas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Assinale as características que você acredita ter desenvolvido durante a atividade relacionadas ao Item 4 e 5 do perfil do estudante.

	Não	Sim	Talvez
Adotou perspectivas, interdisciplinares, multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Considerou aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conforme as competências gerais que o curso de Engenharia deve proporcionar aos seus estudantes, quais você conseguiu desenvolver ao longo da atividade?

	Não	Sim	Talvez
Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto.			
Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos físicos e outros, verificados e validados por experimentação:			
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos:			
Implantar, supervisionar e controlar soluções de Engenharia:			

Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:			
Trabalhar e liderar equipas multidisciplinares:			
Aprender de forma autónoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios de inovação:			

Seção 4 de 4

Engajamento dos Estudantes de Engenharia

Vigor - Quando eu faço as atividades como estudante, sinto-me cheio de energia.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Vigor - Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Vigor - Quando acordo pela manhã, tenho vontade de ir para a aula.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Vigor - Eu consigo continuar estudando por longos períodos de tempo.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Vigor - Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Vigor - Em relação aos meus estudos, sempre persevero (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Dedicação - Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Dedicação - Estou entusiasmado com meus estudos.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Dedicação - Meu estudo me inspira.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Dedicação - Tenho orgulho dos meus estudos.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Dedicação - Para mim, meus estudos são desafiadores.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Absorção - O "tempo voa" quando estou estudando.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Absorção - Quando estou estudando, esqueço tudo que se passa a meu redor.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

	0	1	2	3	4	5	6	
Nunca ocorre	<input type="radio"/>	Sempre						

Absorção - Sinto-me feliz quando estudo intensamente.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Absorção - Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Absorção - Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Absorção - É difícil desligar-me dos meus estudos.

0 - Nunca ocorre; 1 - Quase nunca; 2 - Às vezes; 3 - Regularmente; 4 - Frequentemente; 5 - Quase sempre; 6 - Sempre.

0 1 2 3 4 5 6

Nunca ocorre Sempre

Obrigada pela sua participação!

Professora Me. Kajiana N. S. Vidotto (UFRGS)
Professora Dra. Morgana N. S. Faraco (UNISATC)

APÊNDICE IV – STUDY & WELL-BEING SURVEY (UWES-S)

UWES Manual – Português BR 51

Study & Well-being Survey (UWES-S) © Questionário do Bem estar e Trabalho para Estudantes

Wilmar B. Schaufeli

Trad.: Paulo C. Porto-Martins & Ana Maria T. Benevides-Pereira (GEPEB) - 2008

As seguintes perguntas referem-se a sentimentos em relação à atividade do estudante. Por favor, leia atentamente cada um dos itens a seguir e responda se já experimentou o que é relatado, em relação ao seu dia a dia como aluno. Caso nunca tenha tido tal sentimento, responda "0" (zero) na coluna ao lado. Em caso afirmativo, indique a frequência (de 1 a 6) que descreveria melhor seus sentimentos, conforme a descrição abaixo.

Nunca	Quase nunca	As vezes	Regularmente	Freqüentemente	Quase sempre	Sempre
0	1	2	3	4	5	6
Nenhuma vez	Algumas vezes por ano	Uma vez ou menos por mês	Algumas vezes por mês	Uma vez por semana	Algumas vezes por semana	Todos os dias

1. Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.
2. Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.
3. O tempo voa quando estou estudando.
4. Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.
5. Estou entusiasmado com meus estudos.
6. Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.
7. Meu estudo me inspira.
8. Quando acordo pela manhã, tenho vontade de ir para aula.
9. Sinto-me feliz quando estudo intensamente.
10. Tenho orgulho dos meus estudos.
11. Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.
12. Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.
13. Para mim, meus estudos são desafiadores.
14. Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.
15. Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.
16. É difícil desligar-me dos meus estudos.
17. Em relação aos meus estudos, sempre persevere (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

© Schaufeli & Bakker (2003). A utilização do Questionário do Bem estar e Trabalho para Estudantes (UWES-S) esta autorizada para pesquisas científicas sem fins comerciais. O uso comercial e/ou não científico está proibido, a não ser que haja uma permissão prévia e escrita dos autores.

APÊNDICE V - PRODUÇÕES INTELECTUAIS DERIVADAS

RODRIGUES, Aline G.; MENDES, Jozelina S. S.; VIDOTTO, Kajiana N. S.; TAROUCO, Liane M. R.; PACHECO, Mirele O.; ROMERO, Oscar Y. O.; SILVA, Patrícia F. O uso de aplicativos educacionais e o ensino remoto emergencial em meio a pandemia do COVID-19. *In: SILVA, Cristina Barcelos da; FREITAS, Patrícia Gonçalves de (org.). Tecnologia educacional em perspectiva: caminhos da pesquisa para inovação 2*. 1 ed. Rio de Janeiro: E-Publicar, 2021, v. 2, p. 229-252. Disponível em: <https://www.editorapublicar.com.br/tecnologia-educacional-em-perspectiva-caminhos-da-pesquisa-para-inovacao-volume-2>.

SILVA, Patrícia Fernanda da; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; CESTARI, T. N.; PACHECO, M. O.; HASLINGER, Evelin de O.; TAROUCO, Liane M. R. Projeto Ambiente Virtual de Aprendizagem Experimental em Ciências e Matemática (AVAECIM): Relato de Estudo sobre Aprendizagem Experiencial com Laboratórios Virtuais para o ensino médio. *In: HABOWSKI, Adilson Cristiano; MÜLLER, Liziany; SCHNEIDER, Daniele da Rocha; ZANCAN, Silvana. (Org.). As Tecnologias no Contexto Educativo: Abordagens Comunicativas, Autocríticas e (Re)Construtivas*. 1 ed. Santa Maria: Arco Editores, 2021, v., p. 1-237.

SILVA, Teresinha Letícia; VIDOTTO, Kajiana N. S.; TAROUCO, Liane M. R.; SILVA, Patrícia Fernanda da. Inteligência Artificial Generativa no Ensino de Programação: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 22, n.1, p. 262-272, 2024. (Qualis A4)

SILVA, Teresinha Letícia da; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Investigando as percepções de estudantes e professores do ensino médio e técnico sobre o uso do ChatGPT em suas atividades escolares. *In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2024, Rio de Janeiro/RJ. Anais [...]*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. (Qualis A3)

SILVA, Teresinha Letícia da; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Potencialidades do uso de Inteligência Artificial Generativa como apoio ao Ensino de Programação. *In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2024, Rio de Janeiro/RJ. Anais [...]*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. (Qualis A3)

SILVA, Teresinha Letícia da; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Patrícia Fernanda da; MACHADO, Luís Antônio Licks Missel; SCHMITT, Marcelo Augusto Rauh. Taxonomia para Apoiar a Promoção da Competência Digital de Educadores. **LACLO 2024 - XXIX Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje**, Montevideo, Uruguai, 2024. (Aceito).

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Patrícia Fernanda da; SILVA, Teresinha Letícia da; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor. Formação de competências digitais do cidadão para a criação do mundo digital através da programação. **Concilium**, v.23, n. 14, pág. 443-470, 2023. (Qualis A2)

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; POZZEBON, Eliane; TAROUCO, Liane Margarida, Rockenbach; SILVA, Patrícia Fernanda da. Jogos digitais com realidade aumentada no Ensino Superior: um projeto para introdução a programação. **Conjecturas**, v. 21, n. 3, p. 692-710, 2021.

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Patrícia Fernanda da; FARACO, Morgana Nuernberg Sartor. Scratch nas Engenharias: Alunos desenvolvedores de experimentos para laboratório virtual. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 20, n. 1, p. 358-367, 2022. (Qualis A4)

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor.; ROCHA, Luciana Sandrini; KRASSMANN, Aliane Loureiro; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Plataformas Web de Realidade Virtual: Possibilidades para a Educação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 20, n. 1, p. 338-347, 2022. (Qualis A4)

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; SILVA, Teresinha Letícia da; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; SILVA, Patricia Fernanda da. Estudo da Geração de Energia Elétrica Renovável em Ambiente Virtual de Aprendizagem: ITAIPU Binacional. *In*: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2024, Rio de Janeiro/RJ. **Anais [...]**.Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. (Submetido). (Qualis A3)

VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; SILVA, Teresinha Letícia da; TAROUCO, Liane Rockenbach. Programação de experimentos virtuais como estratégia de ensino e aprendizagem para as engenharias. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, 2024. (Submetido) (Qualis A4)