



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

FACULDADE DE ARQUITETURA

PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Anelise Todeschini Hoffmann

**PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA
APOIADA NA ABORDAGEM DO *DESIGN THINKING* NA EDUCAÇÃO**

Tese de Doutorado

Porto Alegre

2024

ANELISE TODESCHINI HOFFMANN

Proposta de diretrizes para elaboração de atividades interdisciplinares em expressão gráfica apoiada na abordagem do *Design Thinking* na educação

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Design.

Orientadora:

Prof. Dra. Jocelise Jacques de Jacques

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Todeschini Hoffmann, Anelise

Proposta de diretrizes para elaboração de atividades interdisciplinares em expressão gráfica apoiada na abordagem do Design Thinking na educação / Anelise Todeschini Hoffmann. -- 2024.

198 f.

Orientadora: Jocelise Jacques de Jacques.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Design e Tecnologia. 2. Design Thinking na educação. 3. Ensino Superior. 4. Metodologia Ativas. I. Jacques de Jacques, Jocelise, orient. II. Título.

Anelise Todeschini Hoffmann

PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA APOIADA NA ABORDAGEM DO *DESIGN THINKING* NA EDUCAÇÃO

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 26 de julho de 2024.

Prof. Dr. Fábio Pinto da Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientadora: **Prof. Dra. Jocelise Jacques de Jacques**

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Prof. Dra. Debora Barauna

Programa de Pós-Graduação em Design – DESIGN - UNISINOS – Examinador Externo

Prof. Dr. Fernando Batista Bruno

Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFRGS – Examinador Externo

Prof. Dra. Paulete Fridman Schwetz

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS – Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela capacidade cognitiva e física necessária para escrever esta tese, por colocar em meu caminho pessoas tão especiais, que participaram desta caminhada e pela oportunidade de desenvolvimento.

À minha mãe, Gertrudes, por seu amor, incentivo e exemplo de profissional da educação, e ao meu querido pai Clóvis (em memória) que sempre me incentivou a estudar, acreditando no meu potencial, espero que estejas orgulhoso! A minha essência foi construída com base nos exemplos de vida de vocês.

Ao meu amor, marido e parceiro de tudo Gustavo, o primeiro a incentivar que fizesse o Doutorado, teu carinho, compreensão e amor foram fundamentais para que eu mantivesse a mente tranquila e me dedicasse a esse trabalho. À nossa Dora que tornou tudo mais leve e divertido nesses últimos 4 anos.

Agradeço aos meus familiares, em especial à minha irmã Letícia, às sobrinhas Heloísa e Bárbara, aos cunhados Otávio e Ana, e aos sogros Anita e Javier, pelo carinho e apoio incondicional, e que, por muito tempo, convivi menos por estar envolvida neste trabalho.

À minha orientadora, colega, amiga e afilhada, Prof.a Jocelise Jacques, pela “comida pra pensamento” e pelas longas conversas tipo “fio desencapado”, buscando sempre o melhor caminho a seguir. Tua confiança me deixou mais segura e teus questionamentos, provocações e sugestões foram imprescindíveis para o resultado final de minha pesquisa. Obrigada por acreditar no meu potencial e pelo incentivo.

Aos meus colegas de departamento: Fábio Boni, Lea Japur, Paulo Edi Martins, Fábio Teixeira, Fernando Bruno, Clariana Brendler, Tânia Silva, Régio Silva, Gustavo Núñez, Alexandre Barros, Cristina Torrezan, Clarissa Ziebell, Alexandre Rezende, Geísa Oliveira, Maurício Bernardes, agradeço pelo incentivo, ideias e experiências compartilhadas, e, principalmente, pela imprescindível participação nas etapas de entrevista, *brainstorming*, prototipagem, e em especial a Adriana Miranda, Gilberto Consoni, Flavia Lopes e Victória Piffero por aceitarem realizar o teste da atividade em suas turmas. Sem todos vocês esse trabalho não seria possível! Agradeço a parceria!

Aos alunos do curso de Engenharia Civil, não apenas àqueles que participaram da realização do teste da atividade, na turma de GDII A e DTI A, como também aqueles que participaram respondendo pacientemente aos questionários online. Sem essa participação não seria possível esta pesquisa, simplesmente porque são a principal motivação deste trabalho.

A todos os amigos que fiz durante a minha trajetória do Doutorado, em especial a Dinara Dal Pai pela parceria “desde o primeiro dia da entrevista”. Obrigada pelo incentivo, carinho e amizade.

Aos professores da Banca de Qualificação, agradeço pelas importantes contribuições e sugestões que foram cruciais para o direcionamento deste trabalho. E aos professores da Banca Final pelas sugestões que enriqueceram ainda mais o resultado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Design, pela oportunidade de aprendizagem e qualificação, de forma gratuita.

Ao CEP – Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, por entender a validade da pesquisa e autorizar a realização dos levantamentos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Departamento de Design e Expressão Gráfica, por terem me concedido a possibilidade realizar esta pesquisa nas disciplinas oferecidas ao curso de Engenharia Civil e por terem autorizado meu afastamento remunerado por 18 meses, fundamental para minha dedicação exclusiva à pesquisa.

À Comissão de Graduação das Engenharias por permitirem a pesquisa junto a seus alunos.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a construção deste trabalho, meu muito obrigada!

RESUMO

HOFFMANN, A. T. **Proposta de diretrizes para elaboração de atividades interdisciplinares em expressão gráfica apoiada na abordagem do *Design Thinking* na educação.** 2024. 198 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

As profissões estão sendo transformadas rapidamente com novas tecnologias e contextos de trabalho, representando um desafio aos professores, especialmente no ensino superior, os quais são diretamente responsáveis pela formação do profissional, e têm o papel de aliar o conhecimento técnico a diferentes habilidades como criatividade, visão sistêmica, trabalho em grupo, boa comunicação e aprendizagem contínua. Junta-se a este cenário, as tendências mundiais em aproximar a teoria da prática, a modificação do perfil do aluno e a metodologia de ensino tradicional que dificulta a interdisciplinaridade necessária ao século XXI. Nesse contexto, o ensino de Expressão Gráfica (EG) nos cursos de nível superior também vem sendo transformado pelo uso de novas tecnologias e é impactado pela falta de base em conhecimento geométrico dos calouros. Considerando a importância da EG para a formação em Engenharia, esta pesquisa visa contribuir com o ensino e aprendizagem da linguagem gráfica, através da abordagem criativa e colaborativa do *Design Thinking* na educação. O objetivo da pesquisa foi a proposição de diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica - limitando-se ao curso de Engenharia Civil da UFRGS. A experiência por meio da abordagem do *Design Thinking* proporcionou a elaboração de atividades interdisciplinares, enriquecidas pela reflexão dos educadores sobre seu novo papel como facilitadores. Inicialmente investigou-se o perfil dos estudantes e a visão atual e futura dos professores sobre as disciplinas de EG. A partir dessas iniciativas, houve a geração e seleção de alternativas de atividades, prototipagem e aplicação em sala de aula, considerando os conhecimentos prévios, nível crescente de dificuldade e os “observáveis” de cada etapa da atividade. Analisando o relato dessas ações, acredita-se que as diretrizes resultantes possam auxiliar os professores na proposição de novas atividades, facilitando o caminho dos *insights* à sua implementação, tornando uma prática corrente, disseminando o uso de metodologias ativas, e permitindo o exercício de habilidades e competências importantes para a formação em engenharia.

Palavras-chave: Design e Tecnologia; *Design Thinking* na educação, Ensino Superior, Metodologias Ativas.

ABSTRACT

HOFFMANN, A. T. Proposal of guidelines for developing interdisciplinary activities in graphic expression supported by the Design Thinking approach in education. 2024. 198 p. Thesis (Doctorate in Design) - School of Engineering/School of Architecture, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

Professions are being rapidly transformed by new technologies and work contexts, posing a challenge to educators, especially in higher education, who are directly responsible for training professionals. They play a role in combining technical knowledge with various skills such as creativity, systemic vision, teamwork, effective communication, and continuous learning. Adding to this scenario are global trends in bridging theory and practice, the evolving student profile, and traditional teaching methodologies that hinder the interdisciplinarity required for the 21st century. In this context, the teaching of Graphic Expression (GE) in higher education courses is also being transformed by the use of new technologies and is impacted by the lack of foundational geometric knowledge among freshmen. Considering the importance of GE for engineering education, this research aims to contribute to the teaching and learning of the graphic language through the creative and collaborative approach of Design Thinking in education. The objective of the research was to propose guidelines for the development of interdisciplinary activities in Graphic Expression subjects, limited to the Civil Engineering course at UFRGS. The Design Thinking approach provided the development of interdisciplinary activities, enriched by educators' reflection on their new role as facilitators. Initially, the profile of the students and the current and future perspectives of the teachers on GE subjects were investigated. From these initiatives, the generation and selection of alternative activities, prototyping, and classroom application were carried out, considering prior knowledge, increasing levels of difficulty, and the "observables" of each stage of the activity. Analyzing the reports of these actions, it is believed that the resulting guidelines can assist educators in proposing new activities, facilitating the path from insights to implementation, making it a common practice, disseminating the use of active methodologies, and enabling the exercise of skills and competencies important for engineering education.

Keywords: Design and Technology; Design Thinking in Education; Higher Education; Active Methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo sobre Desenho Técnico	27
Figura 2 – Sala de aula de Geometria Descritiva e Desenho Técnico a mão livre.	36
Figura 3 – Laboratório de informática para aulas de Desenho Técnico Instrumentado.	37
Figura 4 – Interface do software <i>HyperCAL</i> ^{3D} – janela 3D e janela 2D (épura).....	39
Figura 5 – Telas da Apostila eletrônica - <i>HyperCAL</i> ^{GD}	41
Figura 6 - Objeto de Aprendizagem produzido por professores da disciplina com o passo a passo para a construção de esboços criativos de objetos à mão livre.....	44
Figura 7 - Objeto de Aprendizagem produzido por professores da disciplina com o passo a passo para a construção de vistas ortográficas, através de animações.....	44
Figura 8 - Aplicativo “DT3D”	45
Figura 9 - Objeto representado em realidade aumentada com o auxílio de um celular.....	45
Figura 10 – Competências e Habilidades desenvolvidas em GD e DT.....	55
Figura 11 - Total de Incidência da Metodologia ativa de ensino-aprendizagem dos 13 artigos selecionados para análise	64
Figura 12 – MAs mais utilizadas em engenharia e competências e habilidades	70
Figura 13 - Processo de <i>Design Thinking</i> segundo abordagem da D.SCHOLL de <i>Stanford</i> e o emprego do pensamento concreto ou abstrato nas etapas	76
Figura 14 – Articulação das diferentes fases de <i>Design Thinking</i> segundo a abordagem da IDEO e D.SCHOOL de <i>Stanford</i>	76
Figura 15 – <i>Design Thinking</i> aplicado à educação.....	79
Figura 16 – <i>Mindshake Design Thinking Model Evolution - E6²</i>	79
Figura 17 – Desenho da pesquisa	87
Figura 18 – Gráfico com os conteúdos abordados em cada uma das disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil	89
Figura 19 – Mapa de Empatia.....	90
Figura 20 – Matriz de <i>Feedback</i>	99
Figura 21 – Conexões dos assuntos das disciplinas de EG - Visão geral dos professores.	102
Figura 22 – Conexões dos assuntos das disciplinas do 1º e das disciplinas do 2º semestre.	103
Figura 23 – Mapa de Empatia do aluno de expressão gráfica	106
Figura 24– Melhores experiências didáticas relatadas pelos professores.....	114

Figura 25 – Dificuldades e obstáculos relatados pelos professores.....	115
Figura 26 – Visão dos professores sobre o futuro das disciplinas de EG para os cursos de engenharia.	116
Figura 27 – <i>Insights</i> da Entrevista Empática e perguntas “Como podemos?”	117
Figura 28 – Ideias dos professores agrupadas por similaridade durante o <i>brainstorming</i> . ..	119
Figura 29 - Soluções propostas pelos participantes para melhorar a capacidade de abstração do conhecimento, explorar os conteúdos com maior profundidade e manter a atenção dos alunos.	120
Figura 30 - Soluções para superar a barreira do analfabetismo geométrico e das dificuldades de interpretação Bi x Tridimensional dos alunos, conforme os participantes.	120
Figura 31 - Soluções propostas pelos participantes para proporcionar a colaboração, promover o protagonismo e o envolvimento do aluno com as atividades.....	121
Figura 32 - Soluções propostas pelos participantes para oportunizar mais tempo para as atividades práticas nas disciplinas de EG.....	122
Figura 33 - Soluções dos participantes para oportunizar a interdisciplinaridade e integração entre as disciplinas de EG.	123
Figura 34 - Propostas dos participantes para atividades interdisciplinares (GD e DT).	124
Figura 35 – Esquema para a aplicação da atividade proposto pelos professores.	129
Figura 36 – Imagens das edificações com as respectivas sugestões de simplificação da forma das edificações para o desenvolvimento da atividade.	131
Figura 37 – Atividade desenvolvida pelos alunos em grupos.	132
Figura 38 – Maquetes construídas pelos alunos e edificações da cidade correspondentes.	133
Figura 39 – Matriz de <i>Feedback</i>	136
Figura 40 – Esquema de aplicação das diretrizes para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares.....	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ferramentas selecionadas em cada etapa e <i>toolkit</i> de referência.....	84
Quadro 2 – Perguntas norteadoras da Entrevista Empática.....	93
Quadro 3 - Matriz de seleção das propostas de atividade.....	126
Quadro 4 - Planejamento – Projeto Piloto.....	139
Quadro 5 - Avaliação – Projeto Piloto.....	140

LISTA DE ABREVIATURAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIM	Building Information Model
CAD	Computer Aided Design
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COMGRAD	Comissões de Graduação dos cursos de Engenharia
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia
DG	Desenho Geométrico
DT	Desenho Técnico
EG	Expressão Gráfica
ESDI	Escola Superior de Desenho Industrial
GD	Geometria Descritiva
HCD	<i>Human Centered Design</i>
MA	Metodologias Ativas
MADHE	Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial
MOOCS	<i>Massive Online Open Courses</i>
PbBL	<i>Problem Based Learning</i>
PjBL	<i>Project Based Learning</i>
TBL	<i>Team Based Learning</i>
TD	Tecnologias digitais
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
1.2 DIRETRIZES DA PESQUISA	20
1.2.1 Problema de pesquisa	20
1.2.2 Pressupostos da pesquisa.....	20
1.2.3 Objetivos Geral e Específicos.....	20
1.2.4 Delimitação da pesquisa.....	21
1.3 ESTRUTURA DA TESE	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1 EXPRESSÃO GRÁFICA COMO LINGUAGEM.....	23
2.1.1 Evolução da Expressão Gráfica de Engenharia Civil	25
2.1.2 Considerações sobre o ensino de Expressão Gráfica para Engenharia	29
2.1.3 Expressão Gráfica no currículo do Curso de Engenharia Civil - UFRGS	35
2.1.3.1 Geometria Descritiva – Estudo dos Sólidos e das Superfícies	37
2.1.3.2 Desenho Técnico - a Mão Livre e Instrumentado.....	42
2.2 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS.....	49
2.2.1 Competências em expressão gráfica - Técnicas	51
2.2.2 Competências atitudinais	57
2.3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM	60
2.4 METODOLOGIAS ATIVAS EM CURSOS DE ENGENHARIA.....	63
2.4.1 Aprendizagem Baseada em Problemas (<i>Problem Based Learning – PbBL</i>) e Aprendizagem Baseada em Projetos (<i>Project Based Learning – PjBL</i>)	64
2.4.2 Aprendizagem baseada em equipes (<i>TBL</i>) ou Trabalho em equipe (<i>Teamwork</i>)	67
2.4.3 Aprendizagem Cooperativa e Colaborativa (<i>Cooperative Collaborative learning</i>)	68
2.4.4 Sala de aula Invertida (<i>Flipped classroom</i>)	69
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA DE SUPORTE AO MÉTODO – <i>DESIGN THINKING</i>	72
3.1 O <i>DESIGN THINKING</i> NA EDUCAÇÃO	77
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	81
4.1 CARACTERIZAÇÃO E UNIVERSO DO ESTUDO	81
4.2 DESENHO DA PESQUISA.....	83
4.3 INSTRUMENTOS E TECNICAS PARA COLETA DE DADOS	88
4.3.1 Coleta de dados documental.....	88
4.3.2 Mapa de Empatia do aluno	90
4.3.3 Grupo focal no formato de Entrevista Empática.....	91
4.3.4 Análise de dados coletados - categorização.....	94
4.3.5 Projeto Participativo: <i>Brainstorming</i> e Escolha das melhores ideias	95
4.3.6 Prototipagem e Teste do protótipo.....	97
4.3.7 Matriz de <i>feedback</i>	98

4.3.8 Plano do projeto piloto.....	99
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....	101
5.1 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EMPATIA	101
5.1.1 Coleta de dados documental.....	101
5.1.2 Mapa de Empatia do aluno	104
5.1.3 Entrevista Empática.....	108
5.1.4 Análise de dados coletados - categorização.....	114
5.2 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EXPERIMENTAÇÃO – GERAR IDEIAS.....	116
5.3 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE ELABORAÇÃO – PROJETAR SOLUÇÕES.....	118
5.3.1 Projeto Participativo - <i>Brainstorming</i>	118
5.3.2 Projeto Participativo – Matriz de seleção	125
5.4 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EXPOSIÇÃO – PROTOTIPAR	127
5.4.1 Prototipagem.....	127
5.4.2 Teste do protótipo.....	130
5.4.3 Matriz de <i>Feedback</i>	134
5.5 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	137
5.5.1 Plano do projeto piloto.....	137
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DIRETRIZES	141
6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	141
6.2 DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES.....	147
6.2.1 Consulta aos alunos – Preparação através da construção da Empatia.....	147
6.2.2 Reuniões dos professores – Preparação através da reflexão sobre o contexto	148
6.2.3 Geração de alternativas de atividades – Geração de Ideias.....	149
6.2.4 Seleção das alternativas mais viáveis.....	150
6.2.5 Refinamento e definição do enunciado da atividade.....	150
6.2.6 Definição das turmas.....	151
6.2.7 Execução da atividade	151
6.2.8 Avaliação da atividade.....	152
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	157
REFERÊNCIAS	158
APÊNDICES.....	170
___APÊNDICE A - Termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	170
___APÊNDICE B - Questionário para obtenção do mapa de empatia do aluno.....	178
___APÊNDICE C - Relato entrevista empática com professores de expressão gráfica (DEG)	182
___APÊNDICE D - Enunciados das atividades em GD e DT.....	192
___APÊNDICE E - Imagens fornecidas aos alunos para a atividade em DT IA	194
___APÊNDICE F - Épuras das “edificações simplificadas” para a atividade em GDII	197

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o ensino de engenharia, destacando o cenário atual e a importância de refletir sobre as competências necessárias para os profissionais do século XXI. Com o avanço das novas tecnologias e as mudanças nos contextos de trabalho, surgem desafios significativos para os professores, especialmente no ensino superior, que têm a responsabilidade direta de formar esses profissionais. Além do contexto em que se insere o estudo, o capítulo apresenta também as diretrizes da pesquisa (problema, pressupostos, objetivos e limitações) e a estrutura da Tese.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

As mudanças no mundo do trabalho estão ocorrendo em um ritmo acelerado devido à introdução de tecnologias como a inteligência artificial e robótica, que substituem gradualmente tarefas repetitivas e mecânicas, o que tem levado à necessidade de profissionais com habilidades sociais, criativas e adaptativas para lidar com essas novas formas de trabalho que surgem continuamente.

Essa transformação das profissões é dinâmica e rápida exigindo dos profissionais uma aprendizagem contínua. Nesse contexto, as universidades precisam ir além de ensinar “o que aprender”, é necessário ensinar “como aprender” (HARARI, 2019). A velocidade dessas mudanças requer que as instituições de ensino sejam ágeis em atender às demandas do mercado por profissionais versáteis e capazes de se atualizar constantemente (SILVA *et al.*, 2021).

O relatório *The Future of Jobs Report* de 2018 destaca que as habilidades essenciais para os profissionais do futuro incluem estratégias ativas de aprendizagem, resolução de problemas complexos, inovação, pensamento analítico, proficiência em novas tecnologias e análise sistêmica. Além disso, habilidades humanas como criatividade, pensamento crítico, liderança e inteligência emocional serão cada vez mais valorizadas em um mercado de trabalho que incorpora a inteligência artificial (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018). Em paralelo, conforme estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2021), as empresas

enfrentam escassez de recursos humanos qualificados, exigindo um novo perfil profissional que una conhecimento técnico a habilidades como criatividade, empreendedorismo, visão sistêmica, capacidade de projeto, trabalho em equipe, comunicação e aprendizado contínuo.

Este problema é antigo, pois há mais de duas décadas, Mills e Treagust (2003) constataram que os egressos de cursos de engenharia apresentavam deficiências em habilidades comunicativas e de trabalho em equipe, além de falta de perspectiva ampla sobre questões sociais, ambientais e econômicas, e apesar de possuírem conhecimento técnico e habilidades computacionais não sabiam como aplicar isso na prática.

Para Zabala e Arnau (2010) são necessárias competências que vão além do conhecimento técnico para o bom desempenho profissional, envolvendo domínios cognitivos mais complexos. Ferraz *et al.* (2021) explicam que as competências técnicas são aplicadas em situações específicas, enquanto as competências transversais estão relacionadas à qualidade subjetiva do desempenho, como trabalho em equipe, comunicação, adaptabilidade e autonomia. O equilíbrio no desenvolvimento dessas competências é crucial para preparar os profissionais para os desafios do ambiente de trabalho (ZABALA e ARNAU, 2010; FERRAZ *et al.*, 2021).

Assim, a preparação dos estudantes para o trabalho do futuro, segundo Razzouk e Shute (2012), deve enfatizar a interação com o conteúdo, o pensamento crítico e a construção de novos conhecimentos, promovendo uma consciência compartilhada entre docentes e estudantes sobre o processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades além das tradicionalmente exercitadas e valorizadas no ambiente acadêmico.

Deve-se considerar também que o perfil dos alunos mudou ao longo dos anos, como explicado por Cortelazzo *et al.* (2018): eles estão constantemente conectados, realizam múltiplas tarefas simultaneamente, são imediatistas, têm comportamentos moldados pela tecnologia, com sensibilidade visual desenvolvida e tempo de foco reduzido (criando novos parâmetros para pensar, decidir e avaliar), e preferem trabalhar em grupo de forma cooperativa e colaborativa.

Na vanguarda dessas mudanças, universidades renomadas estão modificando as formas de ensino e aprendizagem, adotando abordagens educacionais centradas no aluno, destacando o aprendizado prático e projetos, além de promoverem o empreendedorismo e a

inovação (CN-DCNs, 2020; CNI, 2021). Essa transformação é evidente em instituições como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e a *Pontificia Universidad Católica de Chile*, que desde 2016 e 2014, respectivamente, estão modernizando seus cursos com foco no aluno, multidisciplinaridade, e interação com a indústria e com a sociedade (CNI, 2021). O surgimento de novas escolas, como o *Franklin W. Olin College of Engineering* (em 2002) e a *Singapore University of Technology and Design* (em 2012), também destaca a importância de uma abordagem prática e interdisciplinar, que prioriza um aprendizado experimental baseado em projetos, e destaca a importância do envolvimento dos alunos na sua aprendizagem (MILLER, 2019).

Conforme o Parecer CNE (BRASIL, 2019a), essas mudanças refletem um movimento global em direção ao uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia, visando formar profissionais preparados para enfrentar os desafios de um mercado de trabalho em constante evolução.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, estabelecidas pela Resolução nº2 de 2019, surgiram como resposta à demanda por profissionais mais qualificados e à necessidade de enfrentar a alta taxa de evasão nos cursos. Esse cenário, discutido por Santana (2018), Matsubara e Rossini (2020), e Debaldo (2020), reflete deficiências no ensino de base e métodos pouco eficazes de ensino.

Um dos principais objetivos das DCNs é alinhar o ensino brasileiro com padrões internacionais, buscando modelos mais flexíveis e centrados no aluno. Essa abordagem, apontada pelo Parecer CNE (BRASIL, 2019a), visa formar profissionais com habilidades holísticas, com grande formação técnica, atuação dinâmica e continuada, comprometidas com a sociedade, como destacado por Dias e Mohamad (2020).

Em seu Artigo 3º, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), especificam as qualidades que egressos dos cursos de Engenharia devem possuir, incluindo uma visão abrangente, habilidades técnicas sólidas e um compromisso claro com a ética e a responsabilidade social (BRASIL, 2019b). Também estabelecem as competências gerais dos cursos para preparar os graduados para os desafios do mercado de trabalho. Conforme o entendimento de Torrezzan (2019), competência é o conjunto de conhecimentos (saber conhecer), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) essenciais para a realização de uma determinada função com eficiência e eficácia.

Algumas competências gerais descritas na Resolução nº2 (BRASIL, 2019b), destacam-se dentro do contexto do problema investigado na presente tese. A primeira delas diz respeito à **“comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica”**, enfatizando a necessidade de atualização em tecnologias digitais de informação e comunicação disponíveis. A segunda diz respeito a **“trabalhar e liderar equipes multidisciplinares”**, incluindo habilidades de interação cultural, gestão de projetos e reconhecimento de diferenças socioculturais. O terceiro ponto que merece destaque diz respeito a **“aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos”**, incentivando uma postura investigativa e de atualização contínua.

Além disso, a Resolução aborda, no Artigo 6º, as atividades de aprendizagem necessárias para o desenvolvimento dessas competências, incluindo a **integração teoria-prática e o contexto de aplicação**, projetos **interdisciplinares**, uso de **metodologias para aprendizagem ativa**, e **trabalho em equipe** (BRASIL, 2019b). As DCNs enfatizam a importância da aprendizagem prática e da contextualização dos conhecimentos acadêmicos, dessa forma, espera-se que os engenheiros formados sob esses novos princípios estejam mais aptos a desenvolver e administrar projetos de inovação, identificar novas oportunidades de negócios e participar ativamente de processos decisórios (FERRAZ *et al.*, 2021; AFFONSO, 2021).

Outro aspecto importante para a contextualização do problema diz respeito ao ensino de expressão gráfica. Ele está passando por mudanças devido ao avanço tecnológico, novos métodos e ferramentas de trabalho, mas há uma preocupação também com a redução da carga horária ou até mesmo a exclusão dessas disciplinas nos cursos de engenharia (AMORIM, 2012; BORGES, 2016). As disciplinas de expressão gráfica agora incluem o aprendizado de *softwares* como AutoCAD e a tecnologia BIM, o que amplia o conteúdo a ser ensinado em um tempo limitado. A falta de base também é um problema, com professores universitários tendo que ensinar noções básicas de Desenho Geométrico, por serem pré-requisitos de disciplinas como Geometria Descritiva (GD) e Desenho Técnico (DT), já que esse conhecimento não é mais ensinado no Ensino Fundamental e Médio (OLIVEIRA, 2018). Esses desafios justificam a necessidade de propostas para formular novas estratégias de ensino e aprendizagem, em prol de uma formação em engenharia alinhada às demandas do mercado.

Somado a esses aspectos, destacam-se também as pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Design (PGDesign) da UFRGS, sobre os

métodos e uso de novas ferramentas de ensino na área de Expressão Gráfica. Estes estudos produziram trabalhos de pesquisa de doutorado e mestrado de vários professores do Departamento de Expressão Gráfica da Faculdade de Arquitetura, assim como, a aplicação destes conhecimentos para melhoria das atividades e recursos em sala de aula, tanto nas disciplinas de GD como nas de DT. Dentre os trabalhos mais recentes estão: o modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico, de Torrezzan (2019); o artefato digital para orientar o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em GD, desenvolvido por Grassi (2022) e o diagnóstico das habilidades espaciais e entendimento geométrico dos calouros de engenharia, realizado por Japur (2021).

Esta pesquisa, que também é conduzida no PGDesign da UFRGS, insere-se nesse contexto de ensino-aprendizagem de Expressão Gráfica para cursos de Engenharia Civil. O estudo foi motivado pelo reconhecimento da importância dos conhecimentos em expressão gráfica para a formação de um profissional de Engenharia - em um contexto em que é essencial o domínio de novas tecnologias de representação do projeto, e o exercício para o desenvolvimento de competências e habilidades tanto técnicas quanto atitudinais. E ainda, pela experiência da pesquisadora como professora de Geometria Descritiva desde 2003.

A pesquisa tem seu desenvolvimento apoiado nos pilares do pensamento projetual do design, utilizando-o como um aliado e como uma poderosa ferramenta para encontrar a solução do problema de pesquisa a ser investigado nesta tese. Assim, nesse estudo utiliza-se a abordagem do *Design Thinking* para propor atividades que oportunizem a interdisciplinaridade e o exercício de competências nas disciplinas de expressão gráfica de cursos de Engenharia Civil. Por ser um modelo de pensamento que coloca as pessoas no centro da solução de um problema, baseado na empatia, colaboração e experimentação, sendo muito utilizado por organizações e instituições educacionais para a solução de problemas complexos e geração de inovações, contribui para a adoção de estratégias de ensino-aprendizagem centradas nos estudantes, e traz maior significado e efetividade às práticas educacionais tradicionais.

A seguir são apresentados o problema de pesquisa, seus pressupostos, seus objetivos, a delimitação e a estrutura da tese.

1.2 DIRETRIZES DA PESQUISA

1.2.1 Problema de pesquisa

Como construir propostas de atividades interdisciplinares, que oportunizem o exercício de competências técnicas e atitudinais referidas nas DCN's, nas disciplinas de expressão gráfica de cursos de Engenharia Civil?

1.2.2 Pressupostos da pesquisa

Esta pesquisa considera os seguintes pressupostos:

- A elaboração de um conjunto de diretrizes apoiado nas das estratégias do *Design Thinking* pode contribuir para facilitar a identificação de oportunidades de interdisciplinaridade nas disciplinas de expressão gráfica.
- O uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem pode contribuir para o exercício de competências e habilidades necessárias aos profissionais em projetos de engenharia.

1.2.3 Objetivos Geral e Específicos

Para responder ao problema de pesquisa, este trabalho tem como **objetivo geral** propor diretrizes apoiadas no *Design Thinking* na educação para, através da cocriação, elaborar atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS.

A aplicação da abordagem metodológica do *Design Thinking* na educação envolve as etapas de compreensão do problema, geração de ideias, projeto de possíveis soluções, prototipagem e implementação da solução. Assim sendo, para cada uma das etapas foram definidos os **objetivos específicos** a serem alcançados.

Inicialmente, para a etapa de compreensão do problema, definem-se os objetivos específicos 1, 2 e 3:

1 - Identificar a permeabilidade de conteúdo das disciplinas de Expressão Gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS;

2 - Compreender o problema a partir da perspectiva do aluno;

3 - Verificar a percepção dos professores com relação ao cenário atual e futuro destas disciplinas.

Para a etapa de experimentação e elaboração, onde são geradas as ideias e projetadas as possíveis soluções, o objetivo específico 4:

4 - Elaborar atividades interdisciplinares para as disciplinas de expressão gráfica, que oportunizem o exercício de habilidades e competências técnicas e atitudinais.

E os objetivos 5, 6 e 7 envolvem a etapa de prototipagem e exposição das soluções projetadas, colocando em prática e avaliando a solução escolhida ou mais adequada:

5 – Aplicar uma das propostas de atividade em uma turma piloto;

6 - Verificar a percepção dos professores sobre a aplicação da atividade na turma piloto;

7 – Planejar a aplicação da atividade para sua implementação recorrente, em um cenário futuro.

1.2.4 Delimitação da pesquisa

No presente estudo foram consideradas as quatro disciplinas de expressão gráfica oferecidas no ciclo básico do currículo da Engenharia Civil da UFRGS (Desenho técnico IA, Desenho Técnico IID, Geometria Descritiva IIA e Geometria Descritiva III). Buscou desenvolver atividades interdisciplinares envolvendo essas disciplinas, através da abordagem do *Design Thinking*, com as etapas de compreensão do problema, geração de ideias, projeto de possíveis soluções e prototipagem, porém, não se propondo a completa implementação, limitando-se ao planejamento da atividade interdisciplinar e a execução de um estudo piloto.

Como usuários e pessoas envolvidas, contou com a participação dos professores do Departamento de Design e Expressão Gráfica que ministram essas disciplinas, assim como a participação dos alunos do curso de Engenharia Civil, considerados como os principais usuários da atividade planejada, tanto na elaboração do mapa de empatia como participando do estudo piloto. Em última instância, pode-se considerar também como usuários, a sociedade, que se beneficiará das características do profissional formado pela instituição, colocando em prática suas competências a serviço da comunidade.

1.3 ESTRUTURA DA TESE

A presente pesquisa estrutura-se em sete capítulos. O **primeiro** capítulo apresenta o contexto em que é empregado este estudo, assim como as principais temáticas envolvidas, os fatores incitadores desta investigação e a sua justificativa, finalizando com o problema, objetivos, delimitação e estrutura do texto apresentado no projeto de tese.

O **segundo** capítulo aborda o referencial teórico onde são aprofundados os principais conceitos que embasam esta pesquisa. Inicialmente, aborda questões relativas à expressão gráfica, entendida como uma linguagem de comunicação de profissionais que tratam da representação e modelagem. Apresenta também a evolução da expressão gráfica nos currículos de Engenharia Civil. Assim como, descreve as quatro disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil da UFRGS, suas ementas, metodologias aplicadas e softwares utilizados atualmente. Aborda também o desenvolvimento de habilidades e competências técnicas (em expressão gráfica) e atitudinais (relacionadas ao trabalho em equipe, comunicação, adaptabilidade, autonomia). E, finalmente, as metodologias ativas de aprendizagem mais utilizadas mundialmente nos cursos de engenharia.

O **terceiro** capítulo apresenta a fundamentação teórica que dá suporte ao método utilizado no desenvolvimento dessa pesquisa, o *Design Thinking*, com suas características e etapas, justificando sua aplicação no universo da educação. No **quarto** capítulo são descritos os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, a caracterização e universo de estudo, as pessoas envolvidas, o desenho da pesquisa, os instrumentos, técnicas e as ferramentas selecionadas dos *toolkits* de *Design Thinking* aplicados ao universo da educação.

No **quinto** capítulo são apresentados os resultados de cada etapa da aplicação da abordagem do *Design Thinking* nesse estudo, bem como as ferramentas e critérios utilizados para a coleta e análise dos dados. O **sexto** capítulo apresenta a discussão dos resultados e mostra como eles foram utilizados para alimentar cada uma das etapas aplicadas na metodologia deste trabalho. Assim como, ao final são apresentadas as diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares em expressão gráfica para o curso de Engenharia Civil da UFRGS, cumprindo o objetivo geral da presente tese. E por fim, o **sétimo** capítulo apresenta as considerações finais sobre o estudo e sugestões para futuros trabalhos dando continuidade a esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são registrados os conteúdos necessários para a contextualização da pesquisa e que deram suporte para alcançar os objetivos propostos.

2.1 EXPRESSÃO GRÁFICA COMO LINGUAGEM

A expressão gráfica pode ser entendida como base do raciocínio espacial ou exercício mental de projetar e planejar (SERRA, 2008). As disciplinas de expressão gráfica como Desenho Geométrico, Geometria Descritiva e Desenho Técnico, compõem um corpo teórico importantíssimo na formação de profissionais que tratam da representação e modelagem de formas geométricas, e necessitam destes conhecimentos para comunicar seu produto final na forma de um projeto.

O desenho é uma ferramenta crucial na comunicação de projetos de qualquer natureza técnica, como de Engenharia, Arquitetura e Design (SERRA, 2008). Porém ele não se caracteriza somente por comunicar visualmente as ideias através da expressão gráfica, segundo Souza (2021), mesmo ele sendo realizado de modo rudimentar (garatujas e esboços), também favorece o raciocínio e a percepção, exteriorizando o que a mente é incapaz de concretizar, e sua prática envolve diversos fenômenos cognitivos, como atenção, memória, imaginação e linguagem.

Uma das principais funções do desenho, conforme destacado por Souza (2021), é fornecer um modelo final do artefato a ser desenvolvido, facilitando a compreensão de como deve ser construído e operado. No entanto, o processo de criação desses modelos não é instantâneo; o desenho permeia todas as etapas do processo de projeto, promovendo reflexão, raciocínio e criatividade. Ele auxilia o projetista a explorar e resolver problemas, estimulando tarefas cognitivas e desempenhando um papel essencial no desenvolvimento e na execução de soluções.

No contexto das disciplinas de expressão gráfica, a Geometria Descritiva fornece a base geométrica para o estudo das relações espaciais apresentadas por formas tridimensionais em projeção. Por sua vez, o Desenho Técnico concretiza, no plano do desenho, a descrição precisa

das formas dos objetos, servindo como meio de comunicação entre os projetistas e os fabricantes ou construtores (SERRA, 2008). A representação gráfica traduz o objeto conforme compreendido, utilizando vistas ortográficas, vistas seccionadas ou perspectivas, mantendo rigor técnico e objetividade (PIRES, 2019).

O Desenho Técnico, sendo bidimensional, simbólico e parcial (apresentando apenas partes do objeto de cada vez) (MONTENEGRO, 2018), é uma linguagem gráfica que precisa ser aprendida, pois não é inata (JAPUR, 2021). Portanto, sua aplicação requer o uso de instrumentos que facilitam os traçados geométricos, como os tradicionais de desenho (compassos, régua, esquadros) ou *softwares* computacionais (que aumentam a produtividade) (SERRA, 2008).

Além disso, requer familiaridade com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pois deve seguir as regras da linguagem gráfica estabelecidas por elas, regulando a execução e leitura dos desenhos, garantindo que qualquer pessoa familiarizada com essas normas possa compreender a forma do objeto, seu funcionamento ou informações sobre sua tridimensionalidade, melhorando a comunicação e a qualidade do resultado (PIRES e BERNARDES, 2017).

Além do conhecimento das normas técnicas, a representação de um artefato ou produto por meio do Desenho Técnico requer conhecimentos geométricos e habilidades espaciais para usar corretamente figuras geométricas planas na definição das vistas ortográficas (NASCIMENTO e BENUTTI, 2015). Pois por trás das formas (bi ou tridimensionais) de um objeto, sempre há uma estrutura geométrica que torna mais simples e racional o entendimento e análise destas organizações espaciais (NASCIMENTO e BENUTTI, 2015). Assim, o Desenho Geométrico também contribui para a resolução gráfica por meio da aplicação da geometria na solução de problemas em diversas áreas técnicas, como engenharia, topografia, arquitetura e design. O domínio desses conhecimentos básicos, considerados como "conceitos prévios" para o estudo de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, permite construções geométricas mais elaboradas e o desenvolvimento do raciocínio geométrico (PINHEIRO, 2008).

2.1.1 Evolução da Expressão Gráfica de Engenharia Civil

No século XVIII, Gaspar Monge, introduzindo a Geometria Descritiva por meio de seu trabalho publicado em 1795 com o título "*Geometrie Descriptive*", apresentou os fundamentos para a base dos sistemas de representação que continuam sendo utilizados até os dias atuais (MARQUES e CHISTÉ, 2016).

A partir da Revolução Industrial, houve uma crescente demanda por produção em série, o que levou à necessidade de padronização dos produtos. Isso resultou na normatização da Geometria Descritiva, restringindo a representação e interpretação dos projetos a um único formato, de acordo com as exigências do mercado. Esse processo foi conduzido pelo Desenho Técnico, que passou a ser definido como a aplicação dos princípios da Geometria Descritiva (MARQUES e CHISTÉ, 2016). Assim, o método mongeano, baseado em dupla projeção ortogonal, tem sido utilizado desde então na Geometria Descritiva e no Desenho Técnico, permitindo comunicar, de forma universal em duas dimensões, a forma, tamanho e posição dos objetos no espaço (JAPUR, 2021), tornando-se um meio confiável de comunicação entre projeto e produção (PIRES, 2019).

Até o final dos anos 1980, o desenho era predominantemente manual, utilizando instrumentos como mesa de desenho, régua T, régua paralela, lapiseira, borracha, caneta nanquim, régua escala, esquadros, transferidor, compasso, entre outros. A ênfase estava na qualidade do traçado, precisão e apresentação da caligrafia. A partir dos anos 1990, houve a popularização do computador e das tecnologias digitais, acompanhada pela proliferação de programas de computação gráfica. Isso resultou na substituição dos instrumentos tradicionais pela tela infinita do computador, proporcionando novas oportunidades no ensino e na prática do Desenho Técnico (TORREZZAN, 2019; JAPUR, 2021).

Conforme Torrezzan (2019), as tecnologias digitais inicialmente foram empregadas na criação de recursos didáticos, como *sites*, *slides*, animações, jogos e aplicativos. Isso permitiu aos alunos interagirem com representações digitais de sólidos, visualizando, manipulando e interagindo com modelos virtuais. No final do século XX, com o aprimoramento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e o desenvolvimento de hardwares para computação gráfica, o uso do desenho assistido por computador (CAD - *Computer Aided Design*) tornou-se comum, impactando diretamente setores como Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (FIALHO *et al.*, 2018).

O CAD possibilitou a transição do processo de representação gráfica, anteriormente manual, para o digital, resultando em melhor qualidade e eficiência. Isso foi fundamental ao permitir a automação de cálculos complexos e o trabalho sem a necessidade de definir escalas previamente, liberando os projetistas para tarefas analíticas e facilitando a elaboração e correção de desenhos (FIALHO *et al.*, 2018; JAPUR, 2021). As representações em CAD passaram a ser amplamente utilizadas na produção de desenhos 2D, oferecendo maior rapidez, detalhamento e precisão, além de facilitar o armazenamento, modelagem, compartilhamento, modificação e reutilização dos desenhos (TORREZZAN, 2019).

Assim, surge uma nova forma de trabalho com a linguagem gráfica, com o desenho digital estabelecendo-se como instrumento predominante para a representação de projetos na área de tecnologia. Essa mudança impulsionou transformações significativas ainda em curso, tanto na prática profissional quanto nos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica (BORGES, 2016).

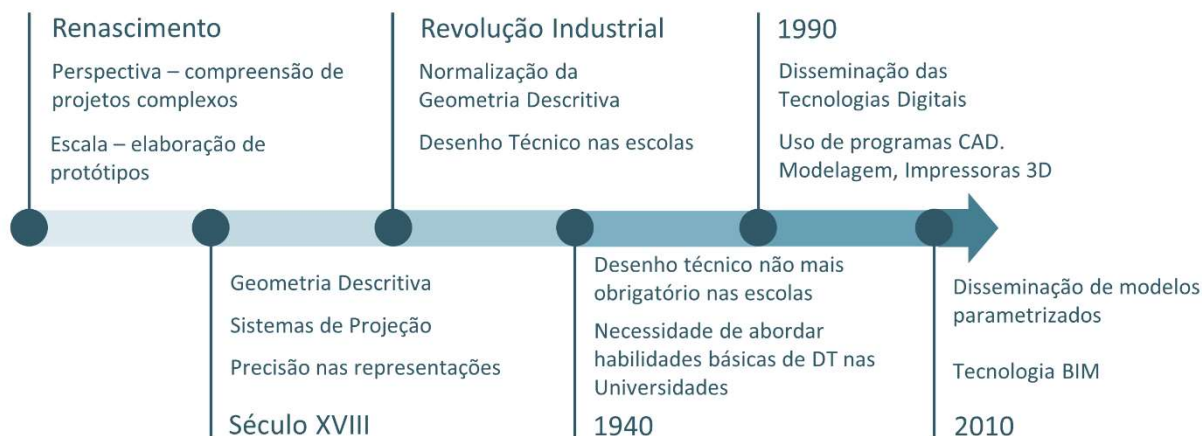
Logo em seguida, surge o desenho em 3D, onde o autor dispensa a necessidade inicial de compreensão da dupla projeção da Geometria Descritiva (PIRES e BERNARDES, 2017), optando por “construir” virtualmente o objeto por meio do processo de modelagem. Nesta fase, de acordo com Japur (2021), o foco passa a ser o objeto em si e não mais suas projeções, tornando mais fácil entender a peça como um todo e resolver todas suas características formais conjuntamente.

Atualmente, em muitos casos, o sistema CAD não é suficiente para representar e gerenciar projetos cada vez mais complexos. Nestes casos, os projetos são conduzidos de forma independente e apresentados separadamente por projetistas de diferentes áreas (arquitetura, estrutura, instalações etc.), o que dificulta a compatibilização dos elementos e a inclusão de informações essenciais como especificações, orçamento e cronograma (SANTOS, OLIVEIRA e VIANA, 2021).

A busca por qualidade e produtividade na construção civil, aliada ao avanço na tecnologia dos computadores, impulsionou o desenvolvimento de ferramentas CAD mais avançadas (FIALHO *et al.*, 2018). Culminando na tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), que adota modelos parametrizados, integrando informações de projeto e construção, diferenciando-se dos softwares de modelagem 3D pela capacidade de edição automática (MENEZES, 2011; FIALHO *et al.*, 2018). A Figura 1, adaptada da figura apresentada

por Torrezan (2019) em seu trabalho, ilustra uma linha do tempo desde a origem do desenho técnico até os dias atuais, considerando a disseminação dos modelos parametrizados.

Figura 1 – Linha do tempo sobre Desenho Técnico



Fonte: adaptado de Torrezan (2019)

Nos últimos anos, temos testemunhado uma nova mudança de paradigma na área de expressão gráfica, assim como aconteceu com o surgimento dos programas CAD. De acordo com Menezes (2011), a tecnologia BIM representa uma filosofia de trabalho que visa integrar arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que serve como base de dados contendo informações topológicas e dados necessários para orçamento, cálculos energéticos e previsão das fases da construção, entre outras atividades.

Assim, na modelagem paramétrica a representação tradicional bidimensional é substituída por um modelo tridimensional inteligente da edificação (BIM3D) (FIALHO *et al.* 2018). Os elementos que representam os objetos armazenam informações técnicas particulares dos materiais de construção, fornecendo não apenas cortes, elevações e tabelas, mas também dados sobre acabamentos, áreas e estimativas de custos da obra (SANTOS, OLIVEIRA e VIANA, 2021).

Do ponto de vista gráfico, as principais vantagens no uso da modelagem 3D-BIM, apontadas por Menezes (2011) e Santos, Oliveira e Viana (2021), incluem a redução de erros nos desenhos, menor retrabalho e economia de tempo e de custos, maior produtividade, visualização antecipada e precisa do projeto, correções automáticas quando alterações são

feitas, geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto, e a colaboração durante a execução do projeto.

O uso de *softwares* com o conceito BIM vem sendo rapidamente incorporado ao processo de produção de edificações nos últimos anos. De acordo com Santos, Oliveira e Viana (2021), esta prática já está bastante difundida e consolidada na Europa, nos Estados Unidos e Ásia, e iniciativas governamentais em países como Estados Unidos, Reino Unido, Dinamarca, Finlândia e Noruega têm incentivado seu uso há mais de uma década (FIALHO *et al.*, 2018).

Embora sua aplicação nas empresas brasileiras do setor de construção civil ainda seja limitada, o governo federal tem implementado ações visando que até 2028, pelo menos metade das empresas do segmento adotem o conceito BIM (MDIC, 2018). Uma das resistências para sua adoção na iniciativa privada brasileira, conforme Fialho *et al.* (2018), era a ausência de capacitação de profissionais, o que expõe uma realidade nas universidades, a ausência do ensino do conceito BIM na graduação (BENEDETTO, BERNARDES e PIRES, 2017). Além disso, o alto custo dos programas e treinamentos, bem como a necessidade de computadores com configurações mais robustas, também são citados como obstáculos por Menezes (2011), questões que continuam atuais apesar de ter passado mais de uma década.

O governo federal brasileiro oficializou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM por meio de um decreto, com o objetivo de promover investimentos na metodologia e sua difusão país. Em abril de 2020, com o Decreto n°. 10.306 (BRASIL, 2020), foi estabelecido o uso do conceito BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, com implementação gradual. A primeira fase, iniciada em janeiro de 2021, exige o uso de modelagem paramétrica na elaboração de projetos de engenharia e arquitetura relativos a Estrutura, Hidráulica, Elétrica e AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado), permitindo a detecção de interferências, revisão dos modelos e geração de documentação gráfica.

2.1.2 Considerações sobre o ensino de Expressão Gráfica para Engenharia

Pesquisas sobre a atividade cerebral indicam que, ao desenhar, o indivíduo ativa várias regiões do cérebro simultaneamente, o que estimula o raciocínio e principalmente contribui para a formação da memória, além de integrar informações visuais, motoras e semânticas (BERGAMINI e BERGAMINI, 2017). Souza (2021) explica que, segundo a neurociência, as funções visuoconstrutivas são ativadas ao desenhar, envolvendo componentes espaciais, percepção visual e habilidades motoras, bem como a elaboração da representação mental do objeto e a discriminação de detalhes, e no processo de reprodução do desenho envolve as funções motoras e habilidades de coordenação.

Disciplinas específicas que abordam a expressão gráfica como conteúdo básico e estrutural para o restante do curso são indispensáveis e fornecem uma base sólida para todo o trabalho visual, seja ele bidimensional ou tridimensional. O estudo dos fundamentos do desenho à mão livre, nas primeiras etapas dos cursos de engenharia, é fundamental (SOUZA, 2021), pois a habilidade de fazer croquis permite ao aluno o compartilhamento de modelos mentais, a comunicação e exploração de opções de projeto, a solução de problemas novos e desconhecidos, além de trazer benefícios cognitivos, exigir pouco tempo e recursos, ser reversível em qualquer estágio e ser tolerante à imprecisão (CHECCUCCI, 2014), e ainda tem a função de ferramenta de pesquisa, leitura, investigação, manifestação gráfica de raciocínios e intuições (SPADAFORA, 2020).

Torrezan (2019) destaca também que o esboço à mão livre é importante no desenvolvimento da criatividade, funcionando como uma espécie de *brainstorming* gráfico. Ela enfatiza que substituir o esboço manual por ferramentas digitais no processo criativo pode limitar o desenvolvimento do projeto ao nível de conhecimento do indivíduo sobre a ferramenta, exigindo habilidades espaciais (visualização, percepção espacial e raciocínio geométrico) mais avançadas. Além disso, a substituição pode resultar em falta de desenvolvimento da coordenação motora, inibição da expressão de ideias através de esboços, em maior tempo na execução de atividades quando não há domínio dos comandos digitais (ALVES, 2008), e em falta de prática no controle da escala (BERGAMINI e BERGAMINI, 2017)

A qualidade do traçado e a precisão do desenho são insuperáveis quando são utilizadas ferramentas computacionais, comparado ao desenho com instrumentos (ALVES, 2008). Porém, devido a uma série de benefícios cognitivos, Checcucci (2014) e Spadafora (2020)

também consideraram importante utilizar métodos precisos e imprecisos no desenvolvimento do projeto, combinando o uso de instrumentos manuais e computacionais, de forma equilibrada, assim o computador não substitui, mas complementa as ferramentas tradicionais baseadas na capacidade gráfica manual.

Conforme Silva (2006b), é crucial começar pelo “concreto” com instrumentos simples como esquadros, régua e compasso, pois isso permite a familiarização com processos mais avançados - como o uso de programas de computador- ao mesmo tempo em que aprimoram a coordenação motora. Contribuindo também para o desenvolvimento de habilidades como precisão, capricho e ordem, planejamento, raciocínio espacial e capacidade de projetar, de prever a sequência de traçados necessários e o espaço para a execução da construção gráfica necessária para a solução almejada.

No caso da GD, a maneira habitual de ensino nem sempre é eficiente (CARVALHO *et al.*, 2020), pois os calouros dos cursos de engenharia enfrentam dificuldades em visualizar e compreender objetos espaciais (3D) representados em épura através de projeções em geometria descritiva (2D) (ALVES, 2008; CARVALHO, CAVALCANTI e SOUZA, 2019). Consequência, segundo Alves (2008), da falta de embasamento teórico em geometria e desenho.

A falta de base em geometria tem sido uma preocupação de longa data entre pesquisadores da área de expressão gráfica. Pavanello (1993) já destacava o abandono do estudo da geometria, atribuído a mudanças na legislação e na formação de professores. A falta de profissionais habilitados para ensinar geometria no Brasil prejudicou significativamente o ensino de uma disciplina crucial para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e visão espacial (SILVA, 2006b).

Como consequência, houve uma diminuição do conteúdo da disciplina de GD nas universidades e sua incorporação em disciplinas afins, visando aumentar a taxa de aprovação, o que, segundo Bergamini e Bergamini (2017), levou a uma abordagem superficial dos conteúdos. Outra estratégia adotada foi introduzir noções básicas de Desenho Geométrico e Geometria em disciplinas existentes para suprir a lacuna de pré-requisitos (OLIVEIRA, 2018). No entanto, essa simplificação ou supressão de conteúdos na GD reduz substancialmente as habilidades cognitivas dos estudantes para resolver problemas complexos (CAVALCANTI, SOUZA e CARVALHO, 2015), prejudicando o desenvolvimento das habilidades

de pensamento visual, raciocínio geométrico e espacial (BERGAMINI e BERGAMINI, 2017). Isso resulta em prejuízos no desenvolvimento das habilidades espaciais e em uma variedade de estratégias de raciocínio que são fundamentais para a resolução de problemas (VELASCO, 2010), além da perda de oportunidade de desenvolvimento do raciocínio intuitivo (PINHEIRO, 2008).

Para Alves (2008), o ensino de GD exclusivamente por meio do computador não é adequado. Segundo o autor, para a realização das representações gráficas é fundamental que os alunos tenham um conhecimento teórico sólido e compreendam o processo desde a concepção até a representação. E diz que, mesmo ao substituir o lápis e papel por um editor gráfico, o aluno precisa compreender a operação, pois sem isso, não desenvolverá a sua habilidade espacial.

Nesse sentido, o uso de programas de modelagem e impressoras 3D pode auxiliar os alunos a interpretar o objeto em estudo, fornecendo modelos concretos ou imagens em perspectivas, que facilitam a construção, manipulação e visualização (TORREZZAN, 2019; ALVES, 2008). Isso auxilia as atividades de concepção de objetos, obtenção de projeções, resolução de problemas relacionados a eles e facilita a compreensão de situações espaciais complexas, especialmente para alunos com pouca habilidade espacial, incentivando seu aprendizado em GD (ALVES, 2008; CARVALHO, CAVALCANTI e SOUZA, 2019).

Porém, apesar da clareza dos modelos geométricos em 3D, muitos processos de geração de formas ainda dependem da manipulação de elementos planos, o que torna fundamental a compreensão dos sistemas projetivos (CHECCUCCI, 2014). Assim, Carvalho, Cavalcanti e Souza (2019) também recomendam que o uso de ferramentas computacionais não deve substituir as habilidades mentais necessárias para resolver problemas que exigem raciocínio espacial, mas pode ser usado para a otimização da resolução de problemas gráficos.

Checucci (2014) concorda com a integração de recursos tradicionais e informatizados nas disciplinas da área, enfatizando a importância de instrumentalizar os estudantes com uma variedade de técnicas e ferramentas de representação. Ela ressalta que tanto os métodos tradicionais quanto os informatizados estimulam a criatividade, percepção e coordenação motora dos projetistas.

Tanto no método tradicional quanto no informatizado, é essencial dominar conceitos de geometria plana, analítica, espacial, imaginação espacial e percepção visual. Enquanto o processo tradicional requer habilidade com instrumentos de desenho, o processo de modelagem exige treinamento para operar as ferramentas computacionais (CHECCUCCI, 2014). Portanto, o usuário deve ter conhecimento específico e senso crítico para interpretar a precisão das respostas fornecidas pelo software, aproveitando a rapidez com que as variáveis podem ser testadas, mas cabe ao projetista analisar os resultados (ALVES, 2008).

No caso das disciplinas de DT dos cursos de engenharia, o processo de ensino e aprendizagem está passando por um processo de transição devido às tecnologias digitais emergentes e sua integração ao ensino, que deve ser realizada de modo a não prejudicar os processos tradicionais, responsáveis pelo desenvolvimento de habilidades espaciais e de desenho (TORREZZAN, 2019). Nesse sentido, Velasco (2010) também defende que o foco deve ser na formação da linguagem técnica, sem redução da parte teórica para priorizar os fundamentos técnicos. No entanto, Torrezan (2019) observa que outras competências podem ser construídas através do uso de *softwares* gráficos, o que torna importante encontrar um equilíbrio entre métodos tradicionais e contemporâneos, mantendo os procedimentos convencionais sem ignorar as mudanças no mercado profissional e as novas possibilidades proporcionadas pela tecnologia digital.

Anteriormente, quando o desenho era obrigatório nas escolas e seu embasamento geométrico era fornecido pelas disciplinas de matemática, os alunos ingressavam na universidade com habilidades básicas de desenho e compreendiam sua importância na engenharia e arquitetura (TORREZZAN, 2019). No entanto, ao deixar de ser obrigatório, os professores universitários passaram a se preocupar com a motivação dos alunos, que têm dificuldades em perceber a importância do desenho em suas carreiras profissionais, pois é necessário um conjunto de conhecimentos prévios para estabelecer relações entre conteúdos, interligando os níveis cognitivos básicos aos mais complexos (SILVA, 1995).

Há muitos anos Anning (1999) já alertava que o estudo do desenho deveria ser amplamente reconhecido e incorporado desde as etapas iniciais da educação básica, incentivando as crianças a desenharem para diversos propósitos e em diferentes contextos, indo além da visão limitada de "prática artística". A autora salienta que, ao longo da educação

formal, é essencial explicar as funções, tipos e potencialidades do desenho, apresentando-o como uma ferramenta para a resolver problemas e desenvolver novas habilidades.

Essas dificuldades no aprendizado de disciplinas gráficas têm sido observadas há tempos. Um estudo realizado por Ferreira e Bueno (2004) destacou que muitos problemas estão relacionados à atitude e ao desinteresse dos alunos, além de dificuldades psicomotoras, como habilidades com instrumentos de desenho e precisão no traçado, e cognitivas, devido a metodologias desatualizadas e não mais condizentes com o atual perfil do aluno.

Várias mudanças na área de expressão gráfica têm ocorrido nas últimas décadas, impulsionadas pelo avanço tecnológico e pela crescente complexidade das obras civis, exigindo que os estudantes também dominem as ferramentas computacionais mais complexas (CHECCUCCI, 2014).

A modelagem paramétrica trouxe uma mudança significativa na forma como os projetos são representados, com foco na modelagem dos elementos construtivos ou arquitetônicos em vez da geometria tradicional (MENEZES e PONTES, 2012). A substituição da representação gráfica pela representação e simulação numéricas estabelece um novo horizonte para o ensino, possibilitando a aproximação do aluno aos processos de projeto, aos processos usados no canteiro de obras, e aos processos de operação e manutenção (RUSCHEL, ANDRADE e MORAIS, 2013). E isso requer uma compreensão dos estudantes de Engenharia Civil sobre como a informação está atrelada à expressão gráfica no contexto da modelagem da informação da construção (CHECCUCCI, 2014).

Essa transição afeta diretamente o processo de ensino-aprendizagem, exigindo que os alunos adquiram conhecimentos em modelagem geométrica, *softwares* com o conceito BIM, materiais e processos construtivos (CHECCUCCI, 2014), considerando simultaneamente questões construtivas, geométricas e de representação (MENEZES e PONTES, 2012).

Para facilitar essa transição, é sugerido que os estudantes comecem a trabalhar com a tecnologia BIM em disciplinas de expressão gráfica, introdutórias nos cursos de Engenharia Civil. Antes disso, ferramentas de modelagem mais simples, como programas CAD 2D e 3D, podem ser utilizadas para desenvolver habilidades básicas, como visualização espacial e conceitos relacionados à geometria descritiva (CHECCUCCI, 2014).

Segundo levantamento de Ruschel, Andrade e Morais (2013), há mais de uma década, a maioria dos cursos no Brasil abordava o conceito BIM apenas de forma isolada, com algumas iniciativas para integrá-lo às disciplinas de projeto estrutural e arquitetônico. Mais recentemente, o levantamento realizado por Bandeira *et al.* (2022), em uma amostra de Cursos de Engenharia Civil brasileiros, mostrou que sua inserção ainda ocorre de forma lenta, sendo praticamente ausente nos programas das disciplinas dos cursos consultados. Alencar *et al.* (2023), também verificaram que a consolidação do BIM é maior no mercado da construção civil que na área acadêmica.

Ruschel, Andrade e Morais (2013), argumentavam que o modelo de ensino fragmentado, ainda hoje utilizado na maioria das universidades brasileiras, não corresponde à natureza integrada do BIM, e defendiam uma abordagem mais interdisciplinar e colaborativa desde o início do processo de implementação. Lima *et al.* (2019), apontam como mais um empecilho para inserção desses conteúdos no ensino de desenho, a restrição de carga horária (para satisfazer todos os conteúdos de expressão gráfica nos cursos de Engenharia Civil), sugerindo que seu ensino seja diluído nas ementas das disciplinas existentes.

De qualquer forma, Menezes (2011) salienta que é imprescindível que o engenheiro domine a linguagem gráfica como um todo, e considera importante a utilização da modelagem paramétrica (BIM3D) no desenvolvimento do raciocínio tridimensional dos alunos, assim como as documentações em 2D, as maquetes físicas e os desenhos a mão livre, para a orientação das equipes que executarão os projetos no canteiro de obras.

Assim, novas estratégias pedagógicas devem ser consideradas para a formação em Engenharia Civil, neste sentido, Benedetto, Bernardes e Pires (2017) avaliaram os métodos utilizados para inclusão do BIM nas universidades brasileiras e identificaram dois modelos principais: a adoção integrada, envolvendo disciplinas técnicas, e a adoção pontual, que se concentra em disciplinas específicas do currículo. Pereira e Ribeiro (2015) pesquisaram as estratégias pedagógicas mais utilizadas, e argumentam que a inserção do BIM deve abranger os três núcleos de formação do aluno: básico, profissionalizante e específico. Segundo os autores, o ensino inicial do conceito BIM deve ser integrado às disciplinas introdutórias de expressão gráfica, como o DT assistido por computador, abordando conceitos básicos e modelagem paramétrica. Nos estágios seguintes, os conteúdos profissionalizantes devem explorar aspectos como modelagem, trabalho em equipe e integração interdisciplinar, e no

estágio final do curso, devem ter uma compreensão avançada do BIM, incluindo interoperabilidade, gerenciamento de conflitos, e a variável tempo (BIM4D) e custo (BIM5D).

Para uma adoção mais ampla do conceito BIM no meio acadêmico brasileiro, Menezes (2011) destaca a necessidade de uma mudança cultural e educacional mais profunda. Há mais de 10 anos, o autor já alertava que a maioria das escolas de engenharia do Brasil ainda estudavam a inclusão do BIM em suas grades curriculares, e apontava a necessidade de uma mudança radical no ensino de desenho e do projeto, incluindo linguagens de programação, softwares de modelagem paramétrica e sistemas de colaboração remota. O que ainda não tem ocorrido de forma efetiva.

2.1.3 Expressão Gráfica no currículo do Curso de Engenharia Civil - UFRGS

No curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, desde o semestre letivo 2017/2, os alunos precisam cursar, com aproveitamento, no mínimo 24 créditos em disciplinas eletivas de uma mesma Área de Concentração para a conclusão do curso. O aluno poderá cursar os créditos eletivos em diversas Áreas de Concentração, desde que atenda, ao final, a condição de pelo menos 24 créditos em uma mesma área, caracterizando, desta forma, o aprofundamento desejado em uma das áreas de atuação profissional da Engenharia Civil.

Ao longo dos anos houve um aumento significativo de carga horária obrigatória (CHO) e carga horária total (CHT) do curso. Em levantamento realizado no site da Comissão de Graduação em Engenharia Civil da UFRGS - que apresenta possibilidade de consulta das grades curriculares desde o ano de 1966 - observa-se que nos anos 1970, a CHO era de 2550 horas e a CHT era de 2790 horas, nos anos 1990 a CHO subiu para 3660 horas e a CHT para 3900 horas, e hoje a CHO é de 3750 horas e a CHT é de 4110 horas, um aumento de aproximadamente 47% na CHT se comparados os currículos dos anos 1970 e o atual (UFRGS/COMGRAD, 2024).

Por outro lado, é possível observar também que a carga horária destinada às disciplinas de expressão gráfica oferecidas para o curso de Engenharia Civil se manteve ao longo dos anos, somando um total de 210 horas. Ao todo são quatro disciplinas oferecidas pelo Departamento de Design e Expressão Gráfica (Faculdade de Arquitetura) ao curso de

Engenharia Civil: duas de Geometria Descritiva, totalizando 60 horas aula, e duas de Desenho Técnico totalizando 150 horas aula) (UFRGS/COMGRAD, 2024).

Tanto as disciplinas de Geometria Descritiva que abordam o estudo de sólidos facetados e de superfícies, quanto as de Desenho Técnico, dedicadas ao desenho técnico a mão livre e ao desenho técnico instrumentado (esta, específica para o curso de Engenharia Civil, com módulos adicionais direcionados unicamente para a área de conhecimento, explorando também a ferramenta CAD em seu escopo), são ministradas nas etapas 1 e 2 do curso. Como elas fazem parte deste estudo, a seguir são apresentados mais detalhes sobre suas características e como são ministradas atualmente.

As disciplinas de Geometria Descritiva IIA, Geometria Descritiva III e Desenho Técnico a mão livre ocorrem em salas de aula cuja estrutura conta com mesas de desenho, quadro convencional com giz e projetor multimídia (Figura 2).

Figura 2 – Sala de aula de Geometria Descritiva e Desenho Técnico a mão livre.



Fonte: acervo pessoal da autora (2024)

E a disciplina de Desenho Técnico II D ocorre em um laboratório de informática (coordenado pelos professores do DEG), cuja estrutura conta com 20 computadores, com internet e *software* AutoCAD disponíveis, lousa branca, projetor multimídia e impressora (Figura 3).

Figura 3 – Laboratório de informática para aulas de Desenho Técnico Instrumentado.



Fonte: Pires (2019)

2.1.3.1 Geometria Descritiva – Estudo dos Sólidos e das Superfícies

A Geometria Descritiva (GD) utiliza na representação o sistema cilíndrico ortogonal, permitindo que um desenho represente as proporções dimensionais do objeto e possibilitando a medição dos desenhos e realização do projeto em escala a partir dele (SANTOS, 2016). Assim ela serve de base para o Desenho Técnico (DT), isto é, as construções fundamentais do Desenho Geométrico e técnicas projetivas da GD são aplicadas na solução de problemas envolvendo forma, grandeza e posição tecnicamente definidos no DT (CHECCUCCI, 2014).

A disciplina de **Geometria Descritiva II-A**, oferecida aos alunos calouros na primeira etapa do curso de Engenharia Civil, não possui pré-requisitos, é de natureza obrigatória, possui carga horária de 30h, e apresenta a seguinte súmula *“Fundamentos da expressão gráfica. Métodos atuais de representação. Representação da forma e posição. Deslocamentos. Vistas auxiliares. Seções.”* (UFRGS, 2024).

Essa disciplina teórico-prática tem como objetivos *“capacitar os alunos nas técnicas de representação e de solução de problemas geométricos de objetos tridimensionais através de conceitos de dupla projeção; utilizar os conceitos de geometria descritiva como ferramenta para o projeto geométrico de objetos tridimensionais; e desenvolver o raciocínio lógico tridimensional e a visão espacial.”* (UFRGS, 2024).

Nela são trabalhados assuntos como a representação de sólidos facetados no sistema mongeano (representados por pontos, retas e planos), os métodos descritivos (mudança de sistemas de referência e rotação), condições de posição relativa entre os elementos (paralelismo, perpendicularismo e distância), assim como a modelagem tridimensional de sólidos (por cortes e extrusão).

Desde 2006, o ensino de GD nessa disciplina tem utilizado a Aprendizagem Baseada em Projetos (*Design Based Learning*) (TEIXEIRA *et al.*, 2006). As aulas acontecem através da prática de solução de exercícios que envolvam análise e projetos de objetos sólidos facetados a partir de representações em *épura*, utilizando as técnicas e ferramentas da geometria descritiva, através do uso dos instrumentos convencionais de desenho. Além disso, é utilizado um *software* (*HyperCAL^{3D}*), desenvolvido especialmente para a disciplina como ferramenta de apoio, onde os alunos podem visualizar os objetos de estudo em 3D e em *épura* simultaneamente, além de visualizarem cortes, extrusões e perspectivas. Conforme Teixeira *et al.* (2015) e Santos (2016) o *software* foi concebido para ser utilizado tanto pelos professores, para a criação de exercícios e exposição de conteúdo, como pelos alunos, para a auxílio na solução de problemas e a visualização dos processos de forma interativa.

Na abordagem tradicional, a GD trabalha os elementos geométricos simples como pontos, retas e planos, de forma isolada e “soltos no espaço”, de forma abstrata. Na abordagem utilizando sólidos facetados, Santos (2016) explica que os conceitos e projetos são trabalhados a partir de objetos mais complexos (os sólidos), identificando esses elementos como vértices, arestas e faces. Nessa abordagem, as relações espaciais entre esses elementos se tornam explícitas devido à própria forma do sólido.

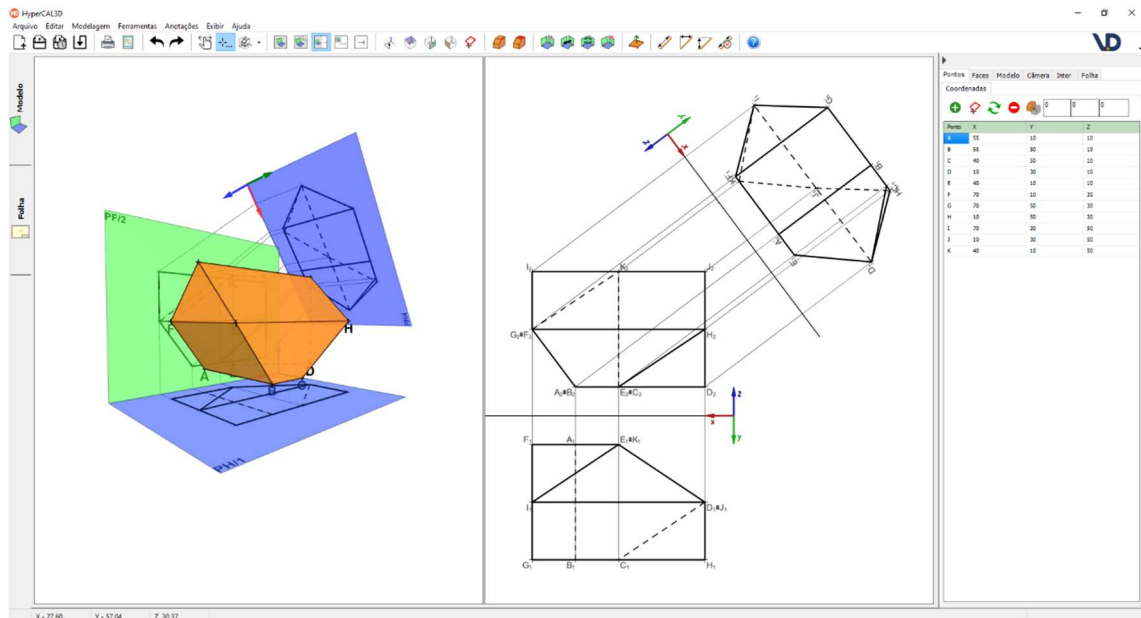
Santos (2016) argumenta que essa metodologia aproveita a memória visual tridimensional dos alunos e sua experiência em um mundo tridimensional para introduzir conceitos abstratos. É uma abordagem do concreto para o abstrato, do conhecido para o imaginário, conectando o conteúdo da disciplina com a futura prática em projetos, como edifícios, objetos e estruturas. Segundo o autor, esta mudança de abordagem busca aumentar a experiência concreta, reduzindo/eliminando a barreira de abstração, necessária para a aprendizagem de conceitos fundamentais e ao processo de reflexão.

O *software* utilizado na disciplina (*HyperCAD^{3D}*), segundo Teixeira *et al.* (2006), tem como objetivo proporcionar uma experiência interativa, relacionando os processos da GD no

espaço 3D e a sua representação correspondente no espaço 2D (épura), no contexto da aprendizagem baseada em projetos. Ele simula os processos de GD em um ambiente tridimensional em tempo real através da manipulação direta dos elementos (faces e arestas), representando um salto de qualidade para a disciplina. Foi o primeiro programa capaz de representar em 3D, e em tempo real, os processos gráficos específicos da GD (mudanças de plano sucessivas, rotações e interseções), além de gerar, de forma automática, a épura com todas as operações realizadas (TEIXEIRA *et al.*, 2015; SANTOS, 2016).

Um exemplo da tela do software *HyperCAL^{3D}* com as duas janelas (3D e 2D) aperfeiçoado e desenvolvido na tese de Santos (2016) é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Interface do software *HyperCAL^{3D}* – janela 3D e janela 2D (épura).



Fonte: Teixeira e Santos (2023)

As práticas computacionais são úteis dinamizando a transmissão de informações no processo ensino-aprendizagem, no entanto criam um obstáculo, a necessidade de se aprender o programa (SILVA, 2006a). Neste quesito, Santos (2016) explica que o *HyperCAL^{3D}* já introduz a computação gráfica que seria trabalhada nas disciplinas técnicas ao longo dos cursos (desenho técnico, computação gráfica com sistemas CAD, CAE, CAM, entre outras), mas sem acrescentar a complexidade associada a estes sistemas. É um programa simples, de fácil utilização e fácil aprendizagem, com foco nas necessidades específicas da GD sem a adição de funcionalidades desnecessárias à disciplina.

Conforme Santos (2016), além da visualização dinâmica do modelo tridimensional e de sua representação correspondente em é pura, é possível: (i) encontrar a verdadeira grandeza de arestas oblíquas, faces (planos) acumuladas, faces oblíquas através de Mudança do Sistema de Referência (MSR) simples ou sucessivas; (ii) determinar a projeção acumulada de uma face através de MSR; (iii) obter perspectivas axonométricas do objeto a partir de um vetor de visualização; (iv) determinar vistas ortográficas principais de um sólido, a partir de perspectivas axonométricas, através de MSR sucessivas; (v) encontrar a interseção entre plano e sólido (corte do sólido).

Mas o *HyperCAL*^{3D} não resolve os problemas automaticamente, Santos (2016) explica que é necessário que o usuário tome a iniciativa dos comandos na sequência certa, e forneça os dados em cada etapa para que possa obter o resultado esperado da operação, servindo apenas como ferramenta de apoio. Assim, é fundamental que o aluno entenda primeiro os conceitos e saiba o que fazer e como fazer, para que então o programa possa abreviar a parte trabalhosa (e sujeita a imprecisões) do desenho com instrumentos tradicionais.

Esta abordagem, segundo Santos (2016), reduz o grau de abstração necessário para aprender os conceitos básicos; utiliza a memória visual e os conhecimentos prévios dos estudantes; relaciona os processos bidimensionais com seus correspondentes tridimensionais; e estimula o processo de ensino-aprendizagem através de aplicações práticas e projetos concretos.

Nessa disciplina os assuntos são distribuídos em duas áreas, os alunos são avaliados através de provas (correspondendo a 70% da nota de cada área) e trabalhos (30 % da nota de cada área), a nota final é calculada pela média das áreas, e considerada a frequência mínima nas aulas de 75%. São utilizados como critérios de avaliação a aplicação dos métodos descritivos para a solução dos problemas propostos, análise de visibilidade, precisão do traçado com instrumentos, limpeza, legibilidade, assiduidade e participação em aula. Ainda estão previstas atividades de recuperação por área, que ocorrem somente no final do semestre, para aqueles alunos que não atingiram nota para aprovação.

Já a disciplina de **Geometria Descritiva III** é oferecida na segunda etapa do curso, tem como pré-requisito a Geometria Descritiva II A, também possui natureza obrigatória e carga horária de 30h, e apresenta a seguinte súmula “*Geração geométrica de forma: linhas, sólidos e superfícies. Interseções de superfícies. Superfícies topográficas.*” (UFRGS, 2024).

Essa disciplina teórico-prática tem como objetivos “desenvolver a capacidade de representar, visualizar e resolver graficamente problemas envolvendo superfícies; desenvolver a capacidade de identificar os elementos tridimensionais representados em épura; entender a posição de observação ao projetar em vistas ortográficas bem como as porções visíveis e invisíveis das superfícies; tornar o aluno apto a resolver problemas envolvendo superfícies.” (UFRGS, 2024).

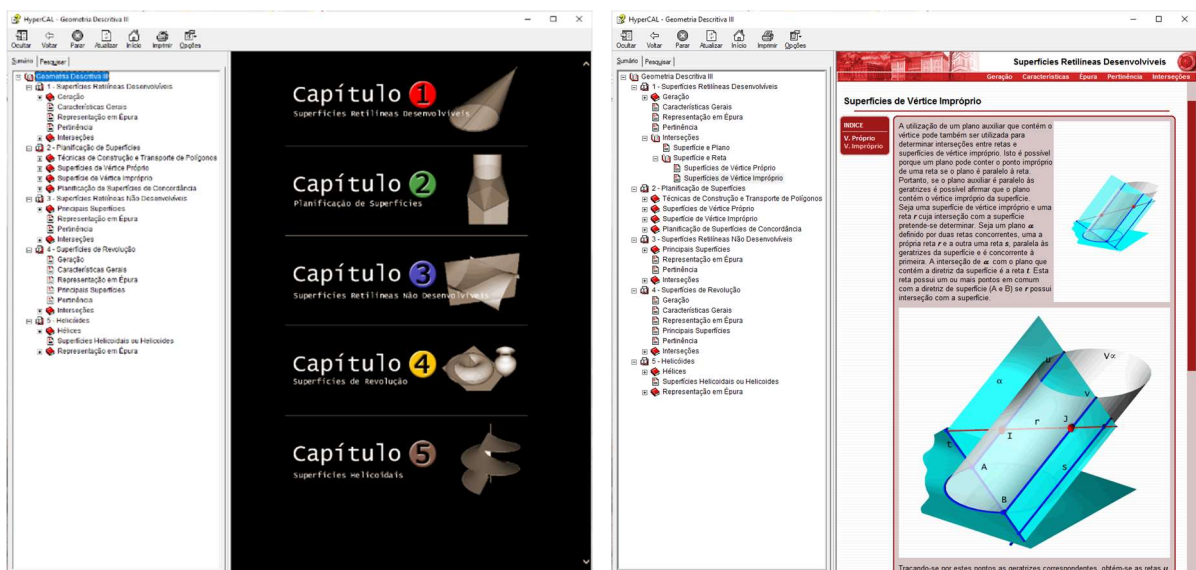
Nela são trabalhados a representação e aspectos referentes à interseção de superfícies retilíneas desenvolvíveis, assim como sua planificação (pirâmide, cone, prisma, cilindro e superfícies de concordância). Também são estudadas a representação e interseção com planos e retas: das superfícies retilíneas não desenvolvíveis ou reversas (paraboloide hiperbólico, conoide e cilindroide); das superfícies de revolução (cone e cilindro de revolução, esfera, toro e hiperboloide); e das superfícies helicoidais (axiais e de núcleo).

As aulas acontecem através de uma exposição teórica e da prática de solução de exercícios que envolvam a representação das diferentes superfícies estudadas, utilizando as técnicas e ferramentas da GD, através do uso dos instrumentos convencionais de desenho. Além disso, uma apostila virtual (Ambiente de Aprendizagem Hipermídia - *HyperCAL^{GD}*) é utilizada como ferramenta de apoio tanto em sala de aula quanto para estudos extraclasse desde 1999 (Figura 5).

Figura 5 – Telas da Apostila eletrônica - *HyperCAL^{GD}*

(a) página inicial– *HyperCAL^{GD}* - estudo de superfícies na disciplina de Geometria Descritiva III

(b) apresentação do conteúdo através de hipertexto, animações e imagens em perspectiva



Fonte: Teixeira *et al.* (1999)

Essa apostila virtual foi desenvolvida por professores da disciplina (TEIXEIRA, SILVA e SILVA, 1999), como um livro eletrônico, utilizando hipertexto e a multimídia para o ensino de superfícies na Geometria Descritiva. E conta com conteúdo textual complementado por vídeos, animações 2D e 3D e modelos em realidade virtual, e utiliza a tecnologia *HTML Help*, da *Microsoft* (TEIXEIRA *et al.*, 1999). Apresenta um ambiente com modelos virtuais tridimensionais que permitem que o aluno interaja com o modelo, facilitando a visualização. Acompanhados de animações bidimensionais, esses modelos 3D (codificados em VRML - *Virtual Reality Modeling Language*) e animações (em Flash® - Adobe®) mostram também alguns dos processos de obtenção das respectivas épuras (SANTOS, 2016).

Nela os modelos 3D ilustram algumas das situações representadas na GD, como por exemplo, a interseção de planos com superfícies cilíndricas ou cônicas, mostrando as animações em 3D dos planos movendo-se através dos prismas, cilindros ou cones, realçando as linhas de interseção obtidas. Juntamente a estas animações em 3D, também são apresentadas animações em 2D, dos processos de obtenção em épura destas linhas de interseção (SANTOS, 2016).

Nessa disciplina os assuntos também são distribuídos em duas áreas, e o processo de avaliação utilizado é semelhante ao relatado para a disciplina de Geometria Descritiva II A.

Cabe salientar que, num futuro próximo, o departamento pretende propor à Comissão de Graduação dos cursos de Engenharia, o oferecimento de uma nova disciplina de GD para Engenharia Civil, que contemplaria os conhecimentos das duas existentes, com carga horária de 4 créditos, disponível aos calouros na grade curricular do primeiro semestre do curso. Organizada nos mesmos moldes que as disciplinas GD aplicada à Engenharia (que o departamento oferece ao curso de Engenharia Mecânica desde 2023/01), GD aplicada à Arquitetura e GD para Designers (oferecidas desde 2006, respectivamente, aos cursos de Arquitetura e Design), permitindo maior integração e contextualização dos conteúdos (com exemplos na área), visando maior engajamento dos alunos e redução de desistências.

2.1.3.2 Desenho Técnico - a Mão Livre e Instrumentado

Também na primeira etapa do curso é oferecida a disciplina de **Desenho Técnico I-A**. Ela não possui pré-requisitos, é de natureza obrigatória, possui carga horária de 60h, e

apresenta a seguinte súmula *“Introdução. Técnicas fundamentais. Projeções ortogonais múltiplas. Leitura e escolha de vistas ortogonais. Axonometrias ortogonal e oblíqua. Desenho conceitual e de criatividade.”* (UFRGS, 2024).

Essa disciplina teórico-prática tem como objetivos: *“capacitar o aluno a interpretar e representar o objeto, segundo os princípios gerais da geometria e da normalização técnica vigente, para a elaboração de esboços rápidos, a mão livre, como um procedimento utilitário da concepção preliminar de formas e objetos, e/ou na busca de novos resultados e soluções; desenvolver a capacidade da visualização, interpretação a transformação de formas geométricas tridimensionais vinculadas ao objeto, assim como de registrá-las e desenvolvê-las, através dos principais sistemas de representação, no desenho técnico a mão livre.”* (UFRGS, 2024).

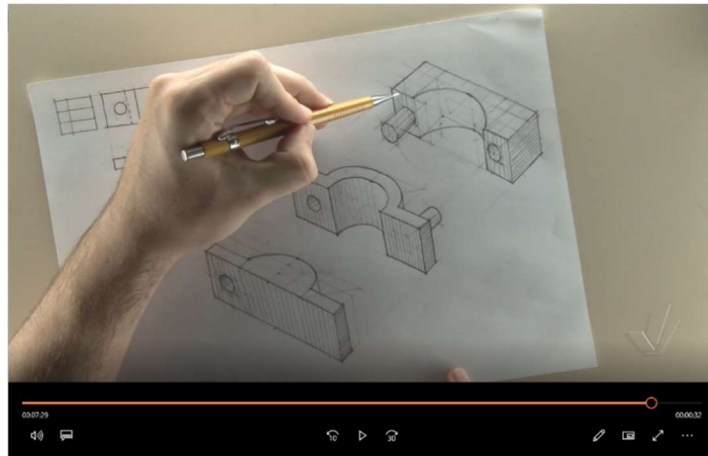
Nela são trabalhadas a evolução histórica do DT, sua conceituação e finalidade, a versatilidade do DT à mão livre, seu uso na prática profissional, e sua utilidade no desenvolvimento criativo de novos objetos ou soluções. São abordadas técnicas de representação e traçado a mão livre, vistas ortográficas, escolhas de vistas, axonometrias (perspectiva isométrica e oblíqua) e efeitos de luz e sombra, vistas omitidas e esboço rápido criativo.

As aulas teórico-práticas ocorrem através de uma dissertação preliminar, acompanhada de projeções, em meio digital, desenhos e instruções no quadro, seguido pela execução de exercícios práticos pelo aluno, assessorados individual e/ou coletivamente. Utilizam-se polígrafos que contém todos os exercícios pré-programados para cada aula, e uma síntese do material teórico para fundamentação dos mesmos, assim como a descrição de todas as principais orientações técnicas necessárias.

A disciplina conta ainda com o auxílio de diversos objetos de aprendizagem elaborados pelos professores e disponíveis para a consulta digital durante as aulas ou extraclasse, objetivando uma melhor visualização das peças trabalhadas. Nesse material de apoio aos exercícios desenvolvidos na apostila da disciplina, encontram-se: (i) peças em 3D dos exercícios dos polígrafos utilizados em aula (elaboradas no *software SketchUp r.8*), com as correspondentes vistas ortográficas principais e perspectivas isométricas em posições pré-programadas; e (ii) vídeos didáticos sobre a elaboração de vistas ortográficas, de perspectiva isométrica, de perspectiva oblíqua (ou Cavaleira), assim como, sobre esboço rápido criativo.

Um exemplo de objeto de aprendizagem (recurso digital) na forma de vídeo produzido pelos professores, é apresentado na Figura 6. Cada vídeo apresenta a demonstração de um exercício, além de uma locução explicativa da ação realizada, mostrando o passo a passo para a construção de esboços criativos de objetos à mão livre (FERNANDES e MIRANDA, 2016).

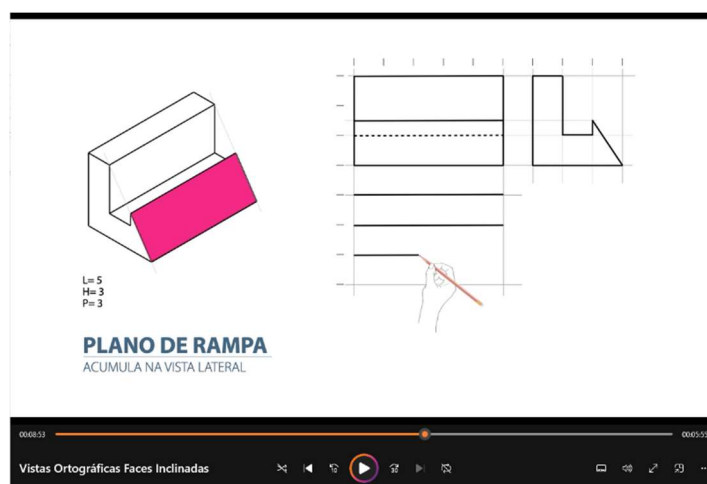
Figura 6 - Objeto de Aprendizagem produzido por professores da disciplina com o passo a passo para a construção de esboços criativos de objetos à mão livre.



Fonte: Fernandes e Miranda (2016)

A Figura 7 apresenta outro exemplo de objeto de aprendizagem (recurso digital) na forma de vídeo produzido pelos professores, contendo uma animação sobre o desenho de vistas ortográficas, a partir da observação de objetos que possuem faces inclinadas com planos acumulados, representados em perspectiva isométrica, também com locução explicativa de cada ação realizada.

Figura 7 - Objeto de Aprendizagem produzido por professores da disciplina com o passo a passo para a construção de vistas ortográficas, através de animações.

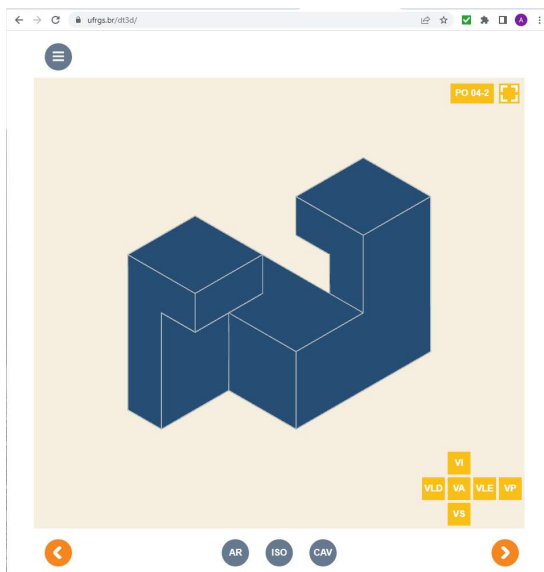


Fonte: Passos, Barros e Japur (2020)

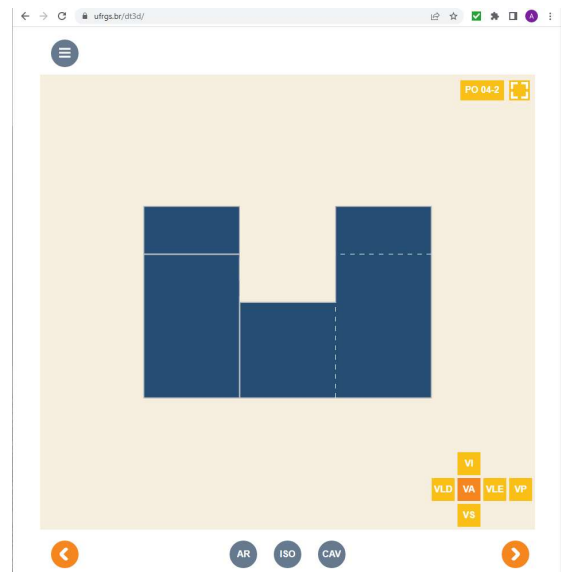
Outro material disponibilizado para o mesmo fim é um aplicativo projetado para exibir um modelo 3D em uma página da web o “DT3D” (<https://www.ufrgs.br/dt3d/>). Ele utiliza animação (*Tween*) para representar as perspectivas isométrica (Figura 8 (a)) e cavaleira, além das vistas ortográficas, clicando nos botões correspondentes apresentados na tela à direita: vista lateral direita (VLD), vista anterior (VA) (Figura 8 (b)), vista lateral esquerda (VLE), vista posterior (VP), vista superior (VS) e vista inferior (VI) (POHLMANN e SILVA, 2019).

Figura 8 - Aplicativo “DT3D”

(a) exemplo de perspectiva isométrica da peça;



(b) exemplo da vista anterior da mesma peça



Fonte: site <https://www.ufrgs.br/dt3d/> -Pohlmann e Silva (2019).

A peça pode ser visualizada também através de realidade aumentada, neste caso, segundo Pohlmann e Silva (2019), a interação ocorre com a visualização do exercício em apostila impressa e pela câmera de um dispositivo móvel ou computador (*webcam*) (Figura 9).

Figura 9 - Objeto representado em realidade aumentada com o auxílio de um celular.



Fonte: Pohlmann e Silva (2019)

Consoni, Martins e Miranda (2021) explicam que existe, por parte dos estudantes contemporâneos, uma demanda por materiais alternativos extensivos à sala de aula que incrementem a capacidade de visualização, colaborando com a visão-espacial de objetos tridimensionais representados no plano. E o principal impacto do uso desses objetos de aprendizagem na disciplina é suprir a deficiência dos alunos que chegam hoje à universidade com diferentes níveis de conhecimento.

Os meios virtuais trouxeram muitas possibilidades no ensino, pois permitem a simulação de características tridimensionais, facilitando o entendimento do objeto, porém não substituem o desenho à mão livre no desenvolvimento da visão espacial, por este trazer complexidade cognitiva maior, concentrando-se no processo, enquanto o desenho no computador envolve os comandos (JAPUR, 2021).

E ainda, quando se desenha à mão livre, o uso da imaginação e da memória é tão importante quanto o desenvolvimento da motricidade fina. É necessário imaginar o objeto (forma e dimensões), escolher o tamanho (escala) para melhor representá-lo, e o sistema de representação que melhor definirá suas características e, por fim, que partes do objeto deverão ser representadas para que seja entendido (SILVA, 2006b). Todo esse processo, segundo Japur (2021), exige um raciocínio que culminará com o desenvolvimento da capacidade de visualização espacial, pois tudo precisa ser imaginado, exercitando a capacidade mental de manipulação dos objetos sem vê-los fisicamente.

Nessa disciplina os assuntos são distribuídos em três áreas, os alunos são avaliados através de provas práticas individuais e um trabalho na segunda área (correspondendo a 10% da nota da área), e a nota final é calculada pela média das áreas, e considerada a frequência mínima nas aulas de 75%. Ainda estão previstas atividades de recuperação por área, que ocorrem somente no final do semestre, obrigatórias para aqueles alunos que não atingiram nota para aprovação (6,0) em cada área.

As disciplinas de Desenho Técnico Instrumentado da UFRGS são 7 no total, com iguais características – oferecidas a 19 cursos de graduação, agrupados conforme semelhança de abordagem. A disciplina de DT Instrumentado para o curso de Engenharia Civil chama-se **Desenho Técnico II-D**.

Oferecida na segunda etapa do curso, a disciplina de Desenho técnico II-D, possui como pré-requisito as disciplinas de Desenho Técnico I-A e Geometria Descritiva II-A, é de natureza obrigatória, possui carga horária de 90h, e apresenta a seguinte súmula *“Extensão do processo de representação em vistas ortogonais; vistas auxiliares primárias e secundárias; cortes e secções - dimensionamento dos desenhos; desenho convencional. Aplicação da normalização. Desenho de detalhes e de conjunto aplicados à construção civil.”* (UFRGS, 2024).

Essa disciplina teórico-prática tem como objetivos: *“capacitar o aluno a desenhar com o instrumental básico e a ler desenhos segundo as normas técnicas e convenções usuais; ampliar a capacidade de visualização tridimensional; dotar o estudante de destreza com o instrumental básico de Desenho Técnico; e apresentar as principais normas e convenções.”* (UFRGS, 2024).

Na disciplina oferecida ao curso de Engenharia Civil são abordados assuntos sobre Normas técnicas, convenções e sistemas de projeções, comandos básicos do *AutoCAD 2D* (*Autodesk*), vistas ortográficas, principais e auxiliares, e vistas seccionadas.

Desde o início dos anos 2000, passou a incorporar o ensino de comandos básicos de programas de CAD (*software AutoCAD – Autodesk*) para representações em duas dimensões, alterando, significativamente, a condução das aulas. Pires (2019) relata que a partir desse momento o uso de papel foi abandonado no desenvolvimento das aulas da disciplina. Na ocasião, segundo o autor, a adoção do *software* para execução dos desenhos resultou numa troca, tão somente de instrumentos para os trabalhos gráficos, não atingindo os conteúdos teóricos apresentados aos alunos.

As aulas são essencialmente práticas ou teórico-práticas e realizadas em laboratório de informática, onde inicialmente o professor faz as devidas considerações sobre o tema e, em seguida, são realizados exercícios para o desenvolvimento das habilidades propostas, através de desenhos realizados individualmente ou em grupo, utilizando o *software AutoCAD* (*Autodesk*) com assistência do professor. Para a disciplina oferecida ao curso de Engenharia Civil, no início do semestre são reservadas 20% das aulas para o aluno realizar um curso a distância, desenvolvido pelos professores, com o objetivo de aprender os comandos básicos de *AutoCAD*.

As disciplinas de Desenho Técnico II abordam, basicamente, a graficação técnica de objetos, apoiando o desenvolvimento da capacidade de criar, representar e projetar artefatos (TORREZZAN, 2019). Aplicando normas e padrões, expressam, com precisão, a forma do produto idealizado pelo projetista. É uma disciplina considerada formativa, responsável pela abordagem de conteúdo específico, sendo responsável também pelo desenvolvimento de competências na formação intelectual do discente.

Nessa disciplina o aluno é avaliado através de prova(s) e/ou trabalho(s) individual(is) ou em grupo e um trabalho final, avaliado por uma banca formada por professores. A nota final é calculada pela média ponderada das avaliações. São utilizados como critérios de avaliação o conhecimento das Normas técnicas de desenho, a interpretação de objetos através de suas vistas ortográficas, auxiliares, cortes e seções, cotagem e desenho simbólico, a precisão na elaboração dos desenhos técnicos representados, a pontualidade e assiduidade mínima de 75%. É prevista uma atividade de recuperação, no final do semestre, para aqueles alunos que não atingiram nota para aprovação.

Para buscar o engajamento do aluno e diminuir as chances de evasão nas disciplinas de desenho técnico instrumentado, destacam-se algumas práticas importantes utilizadas pelos professores, tais como: (i) relacionar o conteúdo da disciplina com a prática profissional; (ii) utilizar nas avaliações exercícios de complexidade semelhante aos realizados em aula; (iii) disponibilizar exercícios em quantidade adequada para que o aluno sinta satisfação em atingir as metas; (iv) disponibilizar videoaulas dos conteúdos previamente, através da abordagem de sala de aula invertida, utilizando o período das aulas para *feedback* do professor; (v) desenvolver dinâmicas que tornem a aula mais atrativa e aumentem o engajamento (como o *quiz*) que ajudam a fixar o conteúdo; e (vi) utilizar animações 3D das peças a serem desenhadas (2D), permitindo uma experiência de visualização mais próxima da realidade (OLIVEIRA, BERNARDES e BECKER, 2021).

Oliveira, Bernardes e Becker (2021) salientam que o uso de programas gráficos 3D e vídeos de animações das peças, durante as aulas, tem sido fundamental para o aprendizado do aluno, porém devem ser utilizados com cuidado. Em um primeiro momento o aluno precisa desenvolver a visualização espacial da peça e executar o desenho, para posteriormente, utilizar esses recursos 3D para finalizar, complementar ou ilustrar o exercício.

Com esta breve descrição, observa-se que, embora as disciplinas de expressão gráfica não tenham sofrido modificação em suas cargas horárias, houve aumento no conteúdo a ser abordado, para atender às demandas tecnológicas que surgiram ao longo dos tempos, como, por exemplo, o uso de ferramentas CAD e materiais didáticos desenvolvidos para as disciplinas, incluindo recursos de visualização (*softwares*, animações e imagens), que são usados como ferramenta de apoio, auxiliando no exercício das habilidades espaciais (capacidade de visualização espacial, percepção espacial e raciocínio geométrico).

Observa-se também que o a modelagem paramétrica (BIM3D) ainda não faz parte do conteúdo das disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil da UFRGS. Porém, é possível verificar nos planos de ensino das disciplinas da grade curricular, que algumas delas (a partir da metade do curso) possuem iniciativas isoladas com o ensino e uso do conceito BIM.

Aquelas que apresentam o BIM como parte componente de seu conteúdo programático são: (i) Projeto de Edificações (disciplina eletiva da 4ª etapa do curso) – possui aulas em EaD para a aprendizagem ativa do *software REVIT*; (ii) Edificações III (disciplina obrigatória da 7ª etapa do curso) – parte da disciplina é destinada à introdução à modelagem BIM, BIM4D (plano de execução) e BIM5D (extração de quantitativos e elaboração de orçamentos); (iii) Projeto de Edificações II (disciplina eletiva da 7ª etapa do curso) - com o desenvolvimento de um projeto arquitetônico com conceito BIM; e (iv) Gestão de Projetos e Inovação (disciplina eletiva da 9ª etapa do curso) – onde o BIM é abordado no contexto de tecnologias de informação e comunicação.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

Conforme mencionado anteriormente na introdução deste trabalho, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (BRASIL, 2019b), especificam as qualidades que egressos do curso de Engenharia devem possuir, bem como estabelecem as competências gerais necessárias para preparar os graduados para os desafios do mercado de trabalho.

Analisando definições de competência de vários autores, Zabala e Arnau (2010) a definem como a capacidade ou habilidade para realizar tarefas ou enfrentar situações diversas

de forma eficaz em um contexto específico, envolvendo atitudes, habilidades e conhecimentos, simultaneamente e de forma interrelacionada. Japur (2021) salienta que a habilidade indica a facilidade em executar algum tipo de tarefa, o que não necessariamente seria suficiente para ser competente, e é necessário que essa habilidade seja desenvolvida através de experiências de aprendizagem para que se desenvolva a competência.

Fraga (2020) e Torrezan (2019) adotaram o Modelo CHA (WINTERTON *et al.*, 2006) em suas teses, definido competência como um conjunto de Conhecimentos (C), Habilidades (H) e Atitudes (A) necessárias para que um indivíduo desenvolva suas atribuições e responsabilidades. Esse modelo, originado da Taxonomia de Aprendizagem de Bloom *et al.* (1956), envolve o domínio cognitivo (campo das habilidades mentais e intelectuais (conhecimento)), o domínio psicomotor (habilidades manuais, sociais ou físicas (habilidades)) e o domínio afetivo (áreas emocionais (atitude)) (FRAGA, 2020).

Fraga (2020) abordou a importância das competências na educação, treinamento, avaliação e desenvolvimento dos indivíduos, destacando a diversidade de significados do termo “competência” dependendo do contexto. Baseada em vários autores, para sua pesquisa considerou como competência *“a capacidade comprovada de utilizar um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e características (pessoais, sociais e metodológicas), que permitem ao indivíduo executar determinada tarefa com um nível superior de desempenho, possibilitando que a competência possa ser melhorada através de treinamento e desenvolvimento”*. Na mesma direção, Torrezan (2019), considerou competência como *“o conjunto de conhecimentos (saber conhecer), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) necessários para a realização de uma determinada função com eficiência e eficácia”*.

Fraga (2020) explica que as competências devem ser separadas entre técnicas (o que o indivíduo precisa saber para desempenhar uma atividade específica) e comportamentais (aquelas que impactam o desempenho do indivíduo e se tornam seu diferencial).

Na literatura, os termos “comportamentais”, “atitudinais” e “*soft skills*” são frequentemente usados para se referir a habilidades pessoais e interpessoais que não são estritamente técnicas, mas desempenham um papel importante no sucesso profissional e acadêmico, e a preferência pelo termo varia com o contexto. Assim, o termo considerado mais adequado no contexto deste trabalho foi “atitudinais” pois se refere às atitudes, valores e mentalidades que influenciam o comportamento.

2.2.1 Competências em expressão gráfica - Técnicas

Os profissionais de Arquitetura, Design e Engenharia (considerando para este trabalho a Engenharia Civil) utilizam a linguagem gráfica de formas um pouco distintas. Japur (2021) faz uma reflexão sobre essas diferenças, que não se limitam somente aos objetos projetados, sua escala e sua complexidade, mas também refletem o comprometimento em termos de concepção que cada profissional terá.

Em geral, o arquiteto projeta edificações, paisagismo, urbanismo, mobiliário, isto é, projetos que serão executados uma vez, assim precisam dominar o uso de perspectivas, para facilitar a compreensão do cliente (leigo). Já o designer de produto, projeta objetos que serão produzidos industrialmente, repetidos em larga escala. Para evitar erros de projeto que possam causar prejuízos, deve dominar a representação técnica, assim como as perspectivas que favoreçam o entendimento do usuário do produto, importante também para a venda (JAPUR, 2021).

E o engenheiro civil tem sua atividade de projeto mais relacionada a estradas, portos, barragens, saneamento, pontes, e projetos complementares de edificações (estruturais, hidráulicos, de climatização etc.), necessitando entender também os desenhos feitos por outros engenheiros e arquitetos. Sua interlocução se dá, em geral, entre pessoas técnicas, assim, não é comum que dominem representações gráficas sofisticadas para expressar visualmente seus projetos (JAPUR, 2021). A autora salienta que todos precisam dominar as Normas e regras do Desenho Técnico e desenvolver habilidades espaciais, como a capacidade de visão espacial que os permita imaginar o objeto em suas três dimensões reais e em suas particularidades formais, através dos desenhos.

Assim o desenho cumpre diferentes objetivos, como destaca Checcucci (2014), sendo uma forma de comunicação; um meio para a descoberta; um processo de interiorização; um método gráfico de estudo; um processo de observação e registro; um instrumento para a investigação; e um elo no processo mental e criativo.

Considerando o processo de ensino e aprendizagem da linguagem gráfica para Engenharia Civil, a competência central desenvolvida e aperfeiçoada em todas as disciplinas de expressão gráfica é a **habilidade espacial**.

A **habilidade espacial** é necessária para que o indivíduo possa externalizar sua imaginação criativa. Isso porque, segundo Torrezan (2019), para realizar a interpretação de uma representação bidimensional necessita-se enxergar o que não é diretamente visível naquela imagem, é necessário ter visão espacial, isto é, ter a capacidade de compreender a forma espacial a partir de uma figura plana. Ela envolve a compreensão do espaço físico, sendo a principal responsável pelo desenvolvimento do pensamento em três dimensões, através dela, o sujeito é capaz de assimilar, criar e modificar imagens externas e internas, pela decodificação da informação gráfica (TORREZZAN, 2019). Assim, o desenho, em conjunto com as habilidades espaciais, materializa e revela o que foi imaginado pela consciência.

A **visão espacial** é a habilidade cognitiva mais importante das aptidões espaciais e está relacionada com a imaginação e com a capacidade de formular e manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas, avaliar transformações, e armazenar as modificações produzidas (VELASCO, 2010; JOLY *et al.*, 2011; JAPUR, 2021).

A **percepção espacial** é um modo de averiguar como as coisas realmente são e não como parecem ser, ela não apenas reconhece e interpreta aquilo que vê, mas permite ao ser humano entender os objetos e as relações entre eles, formulando imagens mentais (JAPUR, 2021; BARISON, 1999a). Japur (2021) explica que isso acontece porque as distorções, frutos da nossa visão cônica, são levadas em conta quando se avalia determinado objeto, como a convergência de trilhos de trem, a rua que se afunila etc., portanto a percepção espacial dá acesso às propriedades intrínsecas dos objetos circundantes. Desta forma, ela permite o entendimento dos objetos em si (o que são, que tamanho têm, como são e onde estão), e da relação entre estes e o indivíduo no espaço (BARISON, 1999a).

Lorenzato (2017), em seu livro sobre educação infantil e percepção matemática, cita as habilidades que desenvolvem a percepção espacial no indivíduo e que devem ser estimuladas na educação: (i) discriminação visual – habilidade de perceber semelhanças ou diferenças entre dois objetos tridimensionais ou entre duas figuras desenhadas; (ii) memória visual – habilidade de lembrar-se daquilo que não está mais sob sua vista; (iii) decomposição de campo – habilidade de isolar o campo visual em subpartes, ou montar o todo a partir de suas partes; (iv) conservação de forma e tamanho – habilidade de perceber que os objetos são geometricamente invariantes; (v) coordenação visual-motora – habilidade de olhar e de “fazer” ao mesmo tempo; e (vi) equivalência por movimento – habilidade de percepção da

equivalência de forma entre duas figuras que se apresentam em diferentes posições, através de movimentos de rotação, translação ou reflexão.

Esses termos - percepção espacial e visão espacial – são usados muitas vezes como sinônimos, porém possuem especificidades que os diferenciam. Japur (2021) explica que a percepção espacial é um fenômeno que ocorre diante do objeto e está relacionado diretamente com a compreensão e a memória, e a visão espacial é outro fenômeno, que ocorre na ausência do objeto, e está relacionada com a imaginação. Para Torrezzan (2019), são habilidades específicas constituintes de uma habilidade geral (a habilidade espacial).

Aprender e/ou desenvolver a capacidade de extrair informações de uma imagem e trabalhá-las adequadamente no âmbito visual, segundo Velasco (2010), aumenta a capacidade de raciocínio na resolução de problemas não visuais, já que o desenvolvimento do processamento cognitivo se dá por meio da integração do verbal, visual e lógico-matemático.

Com relação às disciplinas de expressão gráfica, a **Geometria Descritiva (GD)** traz a fundamentação teórica básica para o ato de projetar, contribuindo de forma insuperável no desenvolvimento da visão espacial e do raciocínio espacial (STACHEL, 2005; SILVA, 2006a; CARVALHO, CAVALCANTI e SOUZA, 2019).

Essas competências habilitam o aluno a entender um objeto (representado por suas projeções) ou obter suas projeções, e o capacitam a projetar e entender projetos de outros profissionais, assim como, permitem imaginar um objeto, pensar modificações que melhorem suas características, alterando a forma ou a relação entre seus elementos, desenvolvendo a criatividade na solução de problemas (STACHEL, 2005; SILVA, 2006a).

A GD permite também o desenvolvimento de outras competências, dentre as quais Silva (2006a) destaca: a habilidade motora manual, pelo uso dos instrumentos convencionais de desenho; o planejamento, pela necessidade de pensar a ordem conveniente das operações gráficas para alcançar a solução, obrigando-o a planejar a sequência (projetar), e exigindo atenção e concentração; a visão ou raciocínio espacial; e a precisão, capricho e ordem.

Desta forma, a GD é fundamental para o aprendizado da Geometria Espacial, do Desenho Técnico, e nas Perspectivas Isométrica, Cavaleira ou Cônica (SILVA, 2006b). É considerada um desenho de formação, assim como um “desenho de resolução”, pois auxilia e contribui de maneira única na resolução gráfica de problemas em diversas áreas.

Em sua tese, Torrezan (2019) realizou um mapeamento das habilidades espaciais, relacionadas aos objetivos do **Desenho Técnico (DT)**, que incluem interpretar, representar, transformar, gerar, conservar e recordar informações visuais e mentais. Assim, as habilidades espaciais identificadas foram: percepção espacial, raciocínio espacial, rotação mental, relação espacial, memória visual, fechamento visual, penetração visual, orientação espacial e constância de forma.

Nesse mapeamento, Torrezan (2019) identificou alguns elementos de competência importantes para o DT, como a escolha adequada de representação para um determinado produto, qualidade do traçado (incluindo diferença de espessuras, paralelismo entre linhas, definição do traçado), uso adequado de escala em relação aos elementos do desenho e comunicação eficaz do desenho (assegurando compreensão da proposta elaborada, equilíbrio entre informações textuais e gráficas).

Organizando os conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para o DT, Torrezan (2019) divide essas competências em três grupos: (i) representação técnica de objetos – envolvendo a capacidade de representação de objetos com destaque a habilidade espacial; (ii) expressão gráfica – abrangendo a qualidade do traçado, diferenças entre espessuras, simbologias, paralelismo, entre outros; (iii) e a organização – incluindo a gestão do desenho, *layout* da prancha, gerenciamento do tempo de elaboração e prioridades.

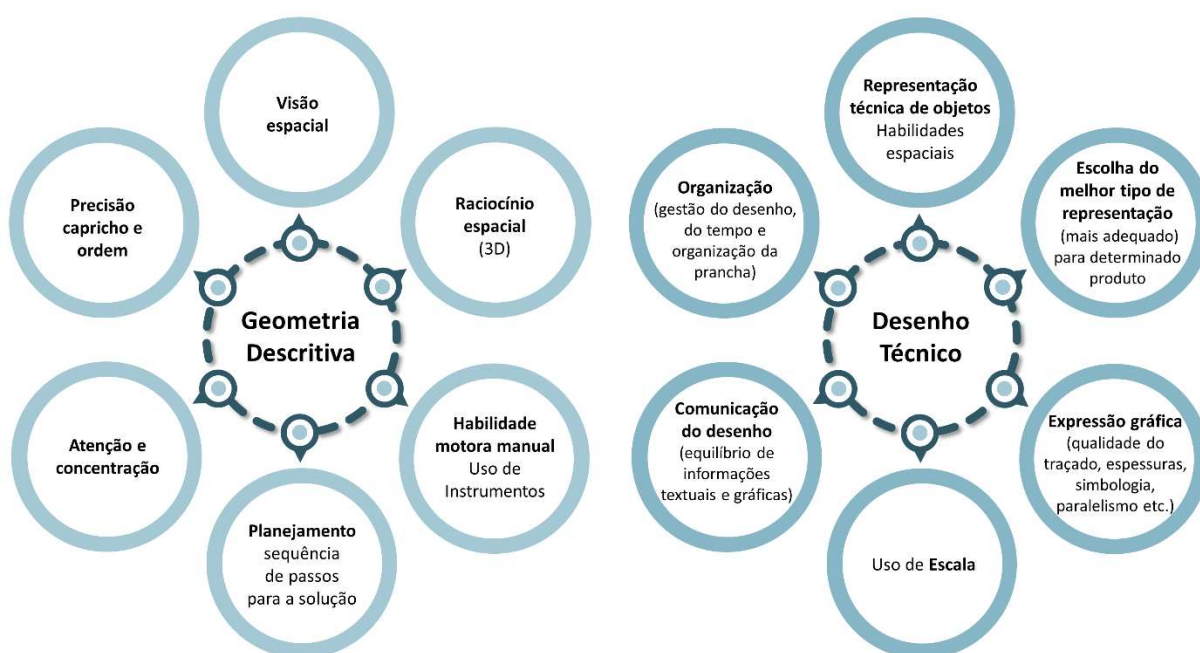
O ensino de DT deve abordar o desenvolvimento da capacidade de imaginar, criar, modificar e representar objetos, com vistas à sua fabricação, envolvendo regras (responsáveis pela padronização da linguagem do desenho) e métodos de representação gráfica (TORREZZAN, 2019). Porém, essa atividade que embasa o DT, não envolve apenas fatores técnicos, mas também cognitivos, como a percepção visual, avaliação de dimensões e relacionamentos espaciais (MARQUES e CHISTÉ, 2016) necessitando, principalmente, que o aluno articule suas habilidades espaciais, de modo a ser capaz de construir, transformar e representar, graficamente, as imagens mentais elaboradas (TORREZZAN, 2019).

Conforme Peixoto (2004), no início da década de 2000, grande parte dos alunos de DT nas universidades, possuíam um déficit no desenvolvimento dessas habilidades espaciais. Quase 20 anos depois em sua pesquisa, Torrezan (2019) identificou como uma das principais dificuldades dos alunos, no âmbito do DT, a realização da conversão do desenho em 3D para a sua representação planejada e vice-versa, consequência da falta de habilidade espacial que

envolve a criação e manutenção de imagens mentais. Conforme a autora, essas dificuldades não estão no procedimento em si, mas na carência da “tradução” da forma em 3D para a planificada (2D) e vice-versa, ou seja, na relação entre o ver, imaginar e desenhar.

A Figura 10 apresenta, na forma de um infográfico, as competências e habilidades desenvolvidas nas disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, trazendo um compilado do que dizem vários atores.

Figura 10 – Competências e Habilidades desenvolvidas em GD e DT



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Silva (2006a), Stachel (2005), Carvalho, Cavalcanti e Souza (2019) e Torrezan (2019)

As duas disciplinas trabalham as habilidades de visão, raciocínio e percepção espacial, assim como a organização e planejamento dos passos para a solução e gestão do desenho. Destaca-se ainda como competências desenvolvidas em comum, a expressão gráfica nos cuidados com o rigor do traçado, hierarquia de linhas, simbologias etc.

Tanto nas disciplinas que envolvem o desenho à mão ou em programas CAD, é necessário que o aluno saiba, basicamente, realizar transformações 2D/3D e vice-versa, necessitando realizar rotações mentais, percepções e visualizações espaciais (CHOI, 2001). Portanto, um dos maiores desafios do aluno do século XXI, nas disciplinas de DT, está no emprego da habilidade espacial em prol de procedimentos de desenho (TORREZZAN, 2019).

Em um estudo que objetivou identificar habilidades espaciais e o entendimento geométrico dos alunos calouros de engenharia da UFRGS, na disciplina de Desenho Técnico a mão livre, Japur (2021), através da aplicação de um questionário, identificou um baixo desempenho nas questões tradicionais de geometria - relacionado ao baixo desempenho do estudante brasileiro em matemática. Identificou também uma diferença de desempenho, mais evidente nas questões relacionadas ao conteúdo que nas de habilidade.

Outro aspecto relevante para o processo de ensino e aprendizagem de expressão gráfica é considerar as modificações ocorridas no perfil do aluno (TORREZZAN, 2019). Segundo Krimberg (2018), Cortelazzo *et al.* (2018), Torrezan (2019) e Micheletto (2020), os calouros possuem um perfil digital, com fácil acesso à informação, onde a realidade é a visualização de imagens e a comunicação por frases curtas, e ainda costumam trocar de atividades intercalando níveis de atenção em cada uma delas. Torrezan (2019) complementa também que, alunos desta geração, por ter brincado pouco na rua em sua infância e explorado pouco brinquedos manuais, muitas vezes possuem habilidades espaciais pouco desenvolvidas.

Alunos com este perfil encontram alguns desafios em aprender expressão gráfica, pois estão habituados na escola a prepararem-se para avaliações a partir de conceitos teóricos. Eles têm dificuldade em perceber que o desenho requer principalmente o desenvolvimento de habilidades por meio da prática, e que apenas entender teoricamente não é suficiente (TORREZZAN, 2019).

Em disciplinas como GD e DT a mão livre, que abordam o desenho à mão (com ou sem instrumentos), os alunos se deparam também com uma aparente contradição, pois diante de tantas ferramentas digitais disponíveis, necessitam utilizar lápis, papel e realizar demorados procedimentos de desenho, o que para o perfil digital desses alunos, parece não fazer sentido. Nesta etapa do processo de aprendizagem da expressão gráfica, como ainda não conseguem entender a relação entre o desenho à mão e as suas futuras atividades profissionais, por vezes, tornam-se desmotivados, o que pode ser ainda agravado por existirem lacunas no desenvolvimento de suas habilidades espaciais (TORREZZAN, 2019).

Um problema persistente ao longo dos anos, mencionado na contextualização deste trabalho, é que muitos recém-formados, embora dominem conceitos técnicos importantes, encontram dificuldade em aplicá-los em suas atividades profissionais (MILLS e TREAGUST, 2003; TORREZZAN, 2019).

Torrezan (2019) sugere que as disciplinas podem colaborar neste sentido, por meio de dinâmicas pedagógicas que simulem, mesmo que parcialmente, a aplicação dos conteúdos estudados em situações reais. Isso permite aos alunos um “ensaio” a respeito do saber conhecer, saber ser e saber agir sobre o objeto de estudo, facilitando a conexão entre a teoria e a prática. Segundo a autora, essas dinâmicas ajudam os futuros engenheiros a entenderem como aplicar seu conhecimento em contextos sociais e a reconhecer a relevância das disciplinas básicas que inicialmente podem parecer desconectadas de seu curso universitário.

Para Japur (2021), a solução para sanar essas dificuldades também passa por um trabalho conjunto entre os professores que ministram as disciplinas de expressão gráfica (GD e DT), estabelecendo uma rotina de atividades diagnósticas para detectar as lacunas, ofertando exercícios específicos, formando grupos orientados ou outras atividades extraclasse, assim como o uso de programas consagrados, indicados pela Base Nacional Comum Curricular.

Marques e Chisté (2016), defendem uma metodologia que une os instrumentos tradicionais de DT à computação gráfica: a manipulação dos instrumentos e o traçado manual do desenho colaboram para a formação da visão espacial e no raciocínio do aluno, e o uso do computador, permite o fortalecimento do conhecimento da GD e DT com a elaboração de objetos tridimensionais, através de animações e visualizações manipuláveis em 3D, proporcionando dinamismo às aulas, necessários na atualidade.

2.2.2 Competências atitudinais

Em 1993, a Organização Mundial de Saúde (OMS) elaborou uma lista denominada “habilidades para a vida” para serem adotadas em seus programas de formação e educação, divididas em habilidades emocionais (empatia, gerenciamento de emoções, sentimentos, tensão e estresse), habilidades sociais (comunicação assertiva, relações interpessoais e gerenciamento de problemas e conflitos) e habilidades cognitivas (autoconhecimento, tomada de decisão, pensamento criativo e crítico) (Fundação EDEX, 2022).

Do ponto de vista do planejamento educacional, os conteúdos de aprendizagem determinarão os componentes de competência (conhecimentos, habilidades e atitudes) que são necessários dominar, exercer e conhecer, para ser capaz de agir de forma competente

(ZABALA e ARNAU, 2010). Segundo os autores, este processo consiste em responder três questões: **o que é necessário saber?** (relacionado aos conhecimentos e aos conteúdos conceituais); **o que se deve saber fazer?** (relacionado às habilidades e aos procedimentos); e **de que forma se deve fazer?** (relacionado às atitudes). E que a aprendizagem das competências está relacionada às condições que devem ocorrer para que sejam o mais significativas e funcionais possível (ZABALA e ARNAU, 2010).

Zabala e Arnau (2010) listam uma série de princípios pedagógicos para a aprendizagem ser significativa, baseados em diversos autores, onde destacam-se: (i) os conhecimentos prévios devem ser o ponto de partida para novas aprendizagens; (ii) a vinculação profunda entre os conhecimentos novos e os prévios; (iii) o nível de desenvolvimento do aluno, isto é, as capacidades cognitivas que ele dispõe; (iv) a disposição do aluno para a aprendizagem; (v) a relevância e funcionalidade dos novos conteúdos; (vi) conflito cognitivo, isto é, o aluno deve desenvolver uma atividade mental que permita reelaborar seus esquemas de conhecimento, questionando suas ideias e construindo significados; (vii) atitude favorável, sentido e motivação, quando existe interesse do aluno em relação aos novos conteúdos; e (viii) a capacidade de refletir sobre como se produz sua própria aprendizagem.

Segundo Matsubara e Rossini (2020), estudantes que possuem bom rendimento acadêmico apresentam como características comuns a disciplina e a motivação, e, essas características são influenciadas pelas capacidades cognitivas, não-cognitivas (ou socioemocionais) e o estado de saúde mental.

Torrezan (2019), destaca a importância da motivação durante o processo educacional, segundo a autora, o aluno deve identificar-se com o conteúdo abordado e tomar consciência sobre a aplicabilidade do assunto na sua futura profissão. Assim, no caso do ensino de expressão gráfica, a autora ressalta que as ações educacionais devem informar sobre o conceito e a finalidade do desenho, de modo que o aluno o identifique como uma linguagem visual e suas representações alcancem os objetivos desejados.

Para Matsubara e Rossini (2020), as capacidades cognitivas estão em grande parte associadas à bagagem acadêmica do aluno e relacionadas às habilidades de interpretação, memorização, reconhecimento de padrões, conceituação e racionalização. Já as capacidades não-cognitivas (socioemocionais) não estão necessariamente associadas à bagagem

acadêmica, mas são fortemente ligadas às características como persistência, autodisciplina, curiosidade e resiliência, que exercem papel importante para o sucesso acadêmico.

As competências de que os alunos precisam para trabalhar, aprender e ser cidadãos do século XXI convergiram, segundo Tschimmel *et al.* (2017), resumindo-se a: (i) aprender a pensar criticamente, o que torna muito mais importante fazer boas perguntas do que memorizar respostas fáceis; (ii) ter a capacidade de trabalhar de forma colaborativa; (iii) ter boas aptidões de comunicação (oral e escrita), mas também na capacidade de ouvir; (iv) e precisam ser solucionadores criativos de problemas.

Para Barison (1999b), ultimamente, um dos principais objetivos da educação é tornar os estudantes pensadores eficientes. Para tanto, ao invés de simplesmente memorizar fatos, os processos educacionais devem auxiliar a localizar e processar o conhecimento, priorizando o desenvolvimento da habilidade de pensar por si próprios e de forma criativa, objetiva e analítica.

Nesse ambiente altamente dinâmico, desafiador e de grande quantidade de informações, a liderança, a inovação e a adaptabilidade são competências críticas. Assim, Tschimmel *et al.* (2017) salientam a necessidade do enfoque na diversidade: várias e diversas competências adquiridas, várias e diversas competências necessárias, mas também diferentes estilos e necessidades de aprendizagem e ainda diferentes abordagens e métodos de ensino e formação.

Nesse contexto, a avaliação tem papel muito importante e precisa ser entendida como uma etapa no processo de aprendizagem (FERRAZ *et al.*, 2021), deve ser usada como diagnóstico e prognóstico (BARISON, 1999b), como um instrumento de reorientação, como uma etapa da relação de ensino, como forma de identificar brechas no processo de aprendizagem e ser utilizada como guia, um meio de desenvolver a aprendizagem e não apenas verificá-la (RODRIGUES, 2015).

Em seu capítulo V, as DCNs para a graduação em engenharia enfatizam que a avaliação deve ser considerada como *“um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento de competências”*, trazendo um caráter formativo, e *“devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas”*, *“devem ser diversificadas e adequadas às etapas e às atividades do curso”* (BRASIL, 2019b). Assim, os meios e instrumentos de avaliação

precisam ser coerentes com as competências que se quer desenvolver (ou exercitar) e com as práticas pedagógicas adotadas (FERRAZ *et al.*, 2021).

Para tanto, diversos instrumentos podem ser aplicados nos processos de ensino e aprendizagem como, apresentação individual ou em grupo, trabalhos baseados em casos, portfólio, autoavaliação, avaliação por pares e do tutor, relatórios, participação etc. (CAMARGO, 2020). Desta forma, como ressalta o autor, as metodologias ativas podem ser utilizadas como estratégia de avaliação formativa, utilizadas como instrumento de *feedback*, com o objetivo ajudar o estudante a aprender, a se desenvolver, e possibilitando a participação ativa na construção de conhecimentos, como será comentado a seguir.

2.3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

Existe um consenso por parte dos pesquisadores da área educacional de que a aula expositiva é um elemento necessário no contexto educacional, e que, ao preparar uma aula, o professor precisa ter clareza dos seus objetivos, para então selecionar bem os conteúdos, planejar uma linha de raciocínio envolvente, e escolher a metodologia de ensino mais adequada. Isso tudo deve levar em consideração os objetivos educacionais, o perfil dos alunos – empatia - e o contexto do assunto a ser apresentado, visando facilitar o processo de aprendizagem.

De acordo com o Relatório da UNESCO, as diferentes formas de aprendizagem - aprender a fazer, a conviver, a ser e a conhecer - são consideradas pilares básicos e essenciais da educação e devem ser referência para o planejamento de conteúdos e metodologias de ensino, considerando também que “*o estudante precisa ser desafiado e estimulado a aprender*” para que o ensino seja interessante e significativo (PRIESS, 2020).

Conforme pesquisas na área de educação, psicologia e neurociência, o processo de aprendizagem é único e diferente para cada indivíduo, e se aprende o que é mais relevante e faz sentido, criando conexões cognitivas e emocionais (BACICH e MORAN, 2018).

A aprendizagem é construída em um processo complexo e equilibrado entre: a construção individual, onde cada aluno percorre seu caminho e é responsável pela sua aprendizagem; a grupal, onde o aluno amplia sua aprendizagem por diferentes formas de

envolvimento, interação e compartilhamento de saberes, atividades e produções; e a tutorial, onde o aluno aprende com a orientação de pessoas mais experientes em diferentes campos e atividades, através do desenho de roteiros e problemas que ampliem os cenários, questões e caminhos a serem percorridos (MORAN, 2018).

Para a mediação efetiva da aprendizagem significativa, Micheletto (2020) enfatiza a importância de utilizar perguntas em vez de respostas, disponibilizar uma diversidade de materiais, recursos audiovisuais e estratégias, permitir a aprendizagem por meio do erro traçando estratégias para a correção, explorar a aplicabilidade dos conceitos estudados na prática profissional, e atuar como facilitador e orientador.

Priess (2020) identifica também outras estratégias utilizadas no ensino superior, que se mostraram eficientes, tais como: oportunizar autonomia ao estudante; ter objetivos claros e bem definidos; transmitir motivação e confiança, sem autoritarismo; tornar as aulas imprevisíveis, sem rotina; equilibrar a competição e a cooperação nas aulas; criar situações onde seja primordial o trabalho em equipe; valorizar a responsabilidade dos estudantes na realização das atividades; reconhecer a evolução e méritos de cada estudante; estimular o debate e reflexão; e estabelecer metas e objetivos durante as aulas.

Essas estratégias são aplicáveis em diversos contextos e situações, dependendo do objetivo e competência que se espera exercitar, inclusive como estratégia de avaliação formativa para fornecer *feedback* aos estudantes, promovendo seu desenvolvimento integral e contínuo, e aprofundando sua aprendizagem (PRIESS, 2020).

Além disso, Moran (2018) sugere que essas estratégias possam ser combinadas, adaptadas e integradas de formas flexíveis e híbridas, conforme o contexto, para otimizar a experiência de aprendizado do estudante.

Elas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando resolver os desafios da prática social ou profissional em diferentes contextos. Esta problematização da realidade, motiva o aluno a examinar, refletir, relacionar e atribuir significado às descobertas, possibilitando seu envolvimento ativo durante o processo formativo (CAMARGO e DAROS, 2018).

Neste sentido, Bacich e Moran (2018) explicam que as Metodologias Ativas (MA) englobam uma concepção do processo de ensino e aprendizagem que considera a

participação efetiva do aprendiz na construção de sua aprendizagem, valorizando as diferentes formas de participação para promover uma aprendizagem mais eficaz, adaptada ao ritmo, tempo e estilo do aluno. São utilizadas como ferramentas e instrumentos que estimulam o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem, permitindo que ele deixe de ser apenas um elemento passivo na recepção de informações.

Elas aumentam a flexibilidade cognitiva - a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais e de se adaptar a situações inesperadas - e estão associadas à aprendizagem reflexiva (MORAN, 2018). Camargo e Daros (2018), destacam também que elas visam o exercício e o desenvolvimento de competências e habilidades, com base na aprendizagem colaborativa e na interdisciplinaridade, além de proporcionarem uma visão transdisciplinar do conhecimento, uma visão empreendedora, a nova postura do docente como mediador, e a geração de ideias, conhecimento e reflexão.

Assim a sala de aula assume um novo papel e tem nova importância pedagógica, ao se tornar um espaço de cocriação, onde alunos e professores aprendem juntos a partir de situações concretas, desafios, jogos, experiências, vivências, problemas e projetos (CORTELAZZO *et al.*, 2018). E, nesse contexto, o papel do professor ganha relevância, ajudando os alunos a irem além de seus limites individuais, motivando, orientando, questionando, e tornando a aprendizagem mais significativa (MORAN, 2018).

Considerando o movimento mundial de transformação da educação em engenharia - que está ocorrendo tanto em instituições tradicionais quanto em novas (FERRAZ *et al.*, 2021) - assim como, as orientações da Comissão Nacional para a implantação das novas DCNs - para que seja realizada uma gradual substituição de processos de memorização e de transferência unidirecional e fragmentada de informações, pela construção e significação de saberes, através de situações reais ou simuladas (CN-DCNs, 2020) – o uso de metodologias ativas em sala de aula tem o objetivo de estimular o desenvolvimento de capacidades crítico-reflexivas e de uma atitude de aprender a aprender nos alunos.

A Comissão recomenda também que sejam estimuladas metodologias que visam desenvolver no estudante a capacidade de resolver problemas usando conhecimento multidisciplinar - privilegiando atividades que incentivem o estudo individual e em grupo, o ensino tutorial centrado no estudante, o manejo de bancos de dados, o acesso a fontes bibliográficas e aos recursos de informática – prevendo atividades interdisciplinares e

transdisciplinares - projetos de final de curso, estágios, projetos integrados e de extensão – que desenvolvam o pensamento crítico no processo de aprendizagem (CN-DCNs, 2020).

A diferenciação das abordagens interdisciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar reside na forma como as áreas de conhecimento se relacionam em um contexto de estudo. A abordagem **interdisciplinar** ocorre quando duas ou mais disciplinas trabalham de maneira integrada e interligada, relacionando seus diferentes saberes e compartilhando métodos e conceitos. Já a **multidisciplinar**, envolve mais de uma área de conhecimento, onde várias disciplinas trabalham juntas sobre um tema comum, mas sem necessariamente integrar seus métodos, contribuindo de forma independente e mantendo suas perspectivas próprias. E a **transdisciplinaridade** busca uma síntese que transcende os limites das disciplinas tradicionais, apontando para um conhecimento que está ao mesmo tempo entre, através e além de todas as disciplinas, unificando diferentes saberes (KLEIN, 1990; POHLMANN *et al.*, 2015).

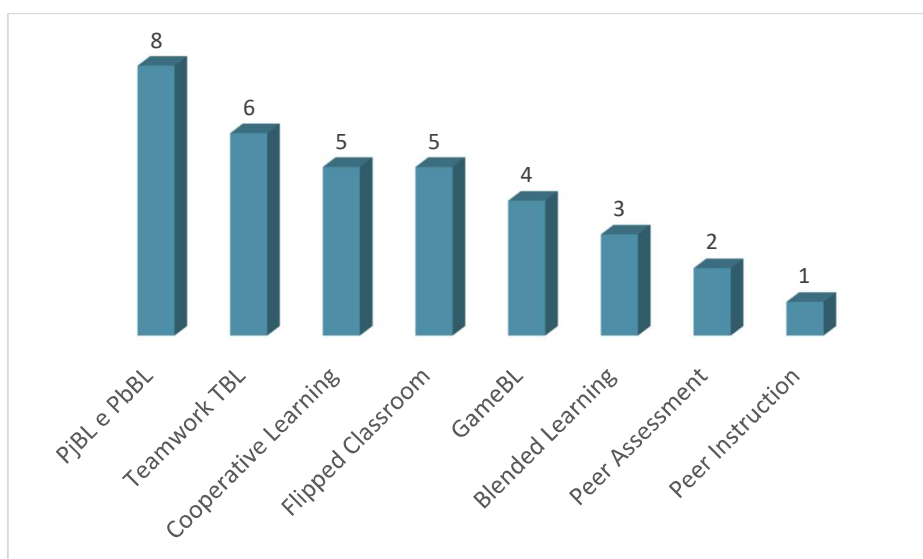
2.4 METODOLOGIAS ATIVAS EM CURSOS DE ENGENHARIA

De forma a contribuir com desenvolvimento e readaptação das competências exigidas do profissional de engenharia contemporâneo, vários autores desenvolveram estudos relacionados às metodologias de ensino alternativas frente às aulas puramente expositivas.

No processo de pesquisa desta tese realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), levando em consideração a importância do uso das Metodologias Ativas (MA) e as competências e habilidades desejadas ao perfil do egresso descritas nas DCNs. A revisão teve o objetivo de identificar como e quais MA estão sendo aplicadas mundialmente, em nível de graduação, nas áreas que envolvem a leitura e compreensão de projeto, nos últimos 10 anos.

Nesse levantamento, conforme ilustra o gráfico apresentado na Figura 11, as MA mais utilizadas são a aprendizagem baseada em projetos e em problemas (*PjBL e PbBL*), trabalho em equipes ou aprendizagem por equipes (*teamwork ou team based learning*), aprendizagem cooperativa ou colaborativa (*cooperative learning*) e sala de aula invertida (*flipped classroom*). E, em menor incidência, a aprendizagem baseada em jogos (*game based learning*), a aprendizagem híbrida (*blended learning*) e avaliação e instrução por pares (*peer assessment e peer instruction*) (HOFFMANN *et al.*, 2020).

Figura 11 - Total de Incidência da Metodologia ativa de ensino-aprendizagem dos 13 artigos selecionados para análise



Fonte: Hoffmann *et al.* (2020)

A maioria dos artigos avaliados apresenta experiências com o uso de uma combinação de MA, o que conforme a literatura, proporciona o desenvolvimento de habilidades e capacidades importantes para o exercício da profissão a que os cursos preparam. Os trabalhos analisados relatam as experiências didáticas, suas particularidades, e as habilidades e competências desenvolvidas, importantes para o perfil do aluno egresso, como as determinadas pelas diretrizes e bases da educação nacional do Brasil (BRASIL, 1996), o que mostra a relevância do uso destas MA, de forma disseminada, nas disciplinas de graduação (HOFFMANN *et al.*, 2020).

As quatro MA mais utilizadas em engenharia são comentadas a seguir, com uma breve descrição sobre suas características e forma de uso.

2.4.1 Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning – PbBL*) e Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning – PjBL*)

Ainda pouco difundida no ensino de engenharia no Brasil (MATSUBARA e ROSSINI, 2020), a aprendizagem baseada em problemas (PbBL) surgiu nos anos de 1960 no Canadá e Holanda, em escolas de medicina. Hoje tem sido utilizada em várias outras áreas como administração, engenharias, arquitetura e computação, também com um foco mais específico que é a aprendizagem baseada em projetos (PjBL).

As duas estratégias apresentam semelhanças, pois ambas são baseadas no estudo auto-dirigido, enfatizam a colaboração e necessitam que os alunos sejam orientados por uma equipe multidisciplinar de docentes. Entretanto, existem diferenças significativas como: (i) a *PbBL* tem foco na pesquisa de diversas causas possíveis para um problema, já no *PjBL* procura-se uma solução específica (MORAN, 2018); (ii) as tarefas do *PbBL* possuem uma dinâmica mais rápida podendo serem realizadas em uma aula ou semana, enquanto no *PjBL* são mais próximas da realidade profissional e precisam de mais tempo para seu desenvolvimento; (iii) as tarefas no *PbBL* são mais direcionadas para a aquisição de conhecimentos, enquanto em um projeto (na *PjBL*) são mais direcionadas para a aplicação do conhecimento; (iv) o estudo auto-dirigido é mais forte em *PjBL* em comparação com *PbBL*, uma vez que o processo de aprendizagem é menos orientado para a definição do problema e muito mais voltado para a proposição de uma solução, o que requer criatividade (GODOY FILHO, 2014).

Aprendizagem baseada em problemas

- É baseada no estudo de problemas com a finalidade de fazer com que o aluno estude conteúdos com os conhecimentos necessários para sua solução, assim as situações-problema dão sentido aos conceitos. Sua escolha deve proporcionar uma rica discussão no grupo de alunos, resultando na definição de objetivos de aprendizado adequados ao tema em estudo (GODOY FILHO, 2014);

- Implica num processo de raciocínio dedutivo, articulado pela geração de hipóteses, (PÉREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2010);

- É adequada a disciplinas que exigem discussões, pois agrega conhecimentos mútuos entre alunos e professores (MATSUBARA e ROSSINI, 2020);

- O processo desenvolve habilidades de comunicação e trabalho em equipe, criatividade, além de propiciar maior comprometimento, responsabilidade e autonomia do aluno quanto ao seu aprendizado, assim como, o enfrentamento de problemas abertos, que demandam a tomada de decisão, é fundamental para a gradual mobilização dos conhecimentos científicos em situações futuras (PÉREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2010; GODOY FILHO, 2014; CORTELAZZO *et al.*, 2018; HEIDERMAN, GIONGO e MORAES, 2020; MATSUBARA e ROSSINI, 2020).

Aprendizagem Baseada em Projetos

- É uma estratégia baseada no desenvolvimento de projetos próximos à realidade profissional (integração interdisciplinar de conteúdos teóricos e práticos) para iniciar, direcionar e motivar os conhecimentos teóricos e conceituais, tomando decisões e agindo sozinhos e em equipes (CARRARO e BEHRENS, 2019);

- É bastante aplicado em disciplinas que envolvem ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), por possuir abordagem colaborativa (baseada no trabalho coletivo) (MORAN, 2018), neste sentido, para um trabalho mais eficaz, Cortelazzo *et al.* (2018) recomendam a formação de grupos preferencialmente pequenos.

- A atividade envolve os alunos através de um processo de investigação estruturado composto por questões complexas, cuidadosamente planejadas (FARIAS e SILVA, 2016; MAZINI *et al.*, 2018; MORAN, 2018; CAMARGO, 2020).

- Proporciona também o exercício de competências como a leitura compreensiva e de múltiplas linguagens (oral, escrita, desenhos e gráficos), a capacidade de solucionar problemas, a visão sistêmica, iniciativa, criatividade e pensamento crítico, e a cooperação, colaboração e socialização (MORAN, 2018; CARRARO e BEHRENS, 2019; CAMARGO, 2020);

Algumas características dos projetos segundo Moran (2018): (i) podem ser de curta duração (uma ou duas semanas) baseados em um assunto específico, ou projetos mais complexos, que envolvem temas transversais e demandam a colaboração interdisciplinar com duração semestral ou anual; (ii) podem ser desenvolvidos dentro da disciplina (no início, meio ou fim de um tema específico, ou ainda como aula invertida ou aprofundamento após atividades de ensino), ou em um nível mais avançado, podem ser projetos interdisciplinares, integrando mais de uma disciplina, professores e áreas de conhecimento, trazendo questões complexas do dia a dia, que ajudam o aluno a perceber as conexões entre as disciplinas; (iii) podem ter o objetivo de explicar algo que já se conhece (buscando explicar, ilustrar, revelar os princípios de funcionamento, por exemplo), ou ter como objetivo pesquisar uma nova solução, ou ainda construir um novo produto ou processo.

Exemplo de aplicação: (i) o professor apresenta a situação-problema, (ii) há uma tentativa inicial de resolvê-lo a partir dos conhecimentos disponíveis; (iii) os alunos formulam objetivos de aprendizado a partir da discussão; (iv) estudo individual a partir de leituras, aulas

expositivas, estudos dirigidos; (v) os alunos reunidos discutem novamente o problema, à luz dos novos conhecimentos adquiridos até que se haja a total resolução, agregando conhecimentos mútuos entre alunos e professores (GODOY FILHO, 2014; CORTELAZZO *et al.*, 2018; MATSUBARA e ROSSINI, 2020).

2.4.2 Aprendizagem baseada em equipes (*Team Based Learning - TBL*) ou Trabalho em equipe (*Teamwork*)

A estratégia envolve o gerenciamento de equipes, realização de tarefas de preparação e aplicação conceitual, *feedback* e avaliação entre pares (colegas) (CAMARGO, 2020). É estruturada basicamente em três etapas: (i) preparação (consulta de material antes da aula), (ii) garantia de preparação (avaliação individual e em equipe com *feedback* imediato do professor) e; (iii) estudos de caso (análise e aplicação de conceitos de forma prática) (BOTTURA, 2018).

Camargo e Daros (2018) recomendam que as equipes sejam formadas por 5 a 7 alunos e priorizando a diversidade dos participantes e evitando pessoas com vínculos. E os componentes da equipe devem ser responsáveis pela qualidade de seu trabalho (individual e de grupo) e receber *feedback* frequente e imediato do professor, através de tarefas que promovam tanto o aprendizado quanto o desenvolvimento da equipe (MORAIS *et al.*, 2019).

O uso repetido da estratégia TBL durante o curso, incentiva a preparação individual consciente e desenvolve grupos de aprendizagem coesos; oferece oportunidades para aprimorar o aprendizado, de conversar e ouvir os colegas de equipe para chegar a decisões refletidas e consensuais, podendo envolver também o pensamento crítico (MORAIS *et al.*, 2019). Os autores também relatam que é possível observar um maior engajamento dos alunos durante as aulas, em discussões dentro e fora das equipes.

Exemplo de aplicação: (i) inicialmente é entregue um teste (garantia de preparo), referente a um material estudado previamente, e cada aluno deve responder em um gabarito individual; (ii) em seguida os times formados pelo professor, discutem os conceitos para preencher outro gabarito com o resultado da discussão; (iii) ao final o professor divulga o gabarito das respostas e os estudantes mensuram os resultados individuais e do grupo (CAMARGO, 2020).

2.4.3 Aprendizagem Cooperativa (*Cooperative learning*) e Colaborativa (*Collaborative learning*)

Estas estratégias são baseadas em atividades de trabalho em equipe que podem ser desenvolvidas de forma colaborativa ou cooperativa. São consideradas extremamente semelhantes, porém, existem algumas diferenças dependendo do objetivo desejado, das estruturas e do papel do docente:

- quando os alunos trabalham de maneira **colaborativa**, cada aluno é encarregado de realizar uma tarefa específica, unificando as tarefas individuais de todos em um projeto final, assim os estudantes ajudam-se mutuamente no processo de aprendizagem, e atuam como parceiros entre si e com o professor (ARTANO-PÉREZ *et al.*, 2017), pois a base da aprendizagem colaborativa está na interação e troca de experiências (PALAZZO e ULBRICHT, 2015).

- quando trabalham em um projeto **cooperativo**, todos os membros da equipe desenvolvem todas as tarefas atribuídas juntos, assim os estudantes trabalham em grupo, aprenderem uns com os outros, respeitam-se, compartilham ideias, negociando no processo de solução do problema, e compartilhando suas respostas com a turma (REYES e GÁLVEZ, 2010; PALAZZO e ULBRICHT, 2015; ARTANO-PÉREZ *et al.*, 2017).

Estas estratégias permitem: (i) a construção coletiva do conhecimento, através das atividades práticas, da troca entre pares, de suas reflexões, debates e questionamentos; (ii) o estímulo aos processos de expressão e comunicação; (iii) a flexibilização dos papéis no processo das comunicações e das relações a fim de permitir a construção coletiva do saber; (iv) a aceitação das diversidades e diferenças entre alunos; (v) desenvolvimento da autonomia do aluno e valorização da liberdade com responsabilidade; (vi) o comprometimento com a autoria; (vii) e a priorização do processo sobre o produto (PALAZZO e ULBRICHT, 2015).

Exemplo de aplicação: (i) os alunos são divididos em grupos de quatro a seis pessoas, o mais heterogêneo quanto possível; (ii) recebem a instrução do professor sobre o assunto e depois recebem a tarefa que deve ser resolvida a partir de discussões do grupo; (iii) no final os membros do grupo são recompensados pelo seu resultado (CORTELAZZO *et al.*, 2018).

2.4.4 Sala de aula Invertida (*Flipped classroom*)

De acordo com Valente (2015), é um dos modelos mais utilizados, onde as atividades ocorrem de forma inversa ao modelo tradicional. O aluno tem um primeiro contato com o conteúdo de forma independente, explorando previamente o material disponibilizado, de acordo com seu próprio ritmo para adquirir uma compreensão básica do assunto. Em seguida, durante as aulas, acontecem atividades dinâmicas, trocas de experiências sobre a temática, perguntas, discussões e atividades práticas, desenvolvendo tarefas de nível superior, com interações sociais entre os colegas e a orientação do professor (TALBERT, 2019; HIGASHI e PEREIRA, 2020).

Essa abordagem parte do princípio de que a teoria seja previamente estudada em casa, e as dúvidas e exercícios de aprofundamento e aplicação sejam desenvolvidos presencialmente com o professor, valorizando o tempo em sala de aula (TALBERT, 2019). Matsubara e Rossini (2020) e Higashi e Pereira (2020), ressaltam que o uso crescente de recursos digitais, como a internet, pode potencializar esse método.

Esta prática de estudo prévio modifica a dinâmica da sala de aula, torna o estudante mais preparado e participativo nas discussões e debates (HIGASHI e PEREIRA, 2020), demandando uma mudança de postura tanto dos alunos quanto dos professores, que tem seu papel transformado em orientador, estimulador e facilitador, fornecendo diretrizes sobre o assunto da aula (DEBALD, 2020).

O material disponibilizado, tanto para estudo prévio quanto presencial deve ser cuidadosamente estruturado e planejado (HIGASHI e PEREIRA, 2020). Os recursos para estudo prévio devem ser variados (em forma de videoaulas, apostilas, capítulos de livros, artigos, slides, entre outros) estimulando a leitura, pesquisa, apropriação, enquanto as atividades em aula devem exigir a participação dos alunos mostrando a importância da realização das tarefas prévias (CORTELAZZO *et al.*, 2018).

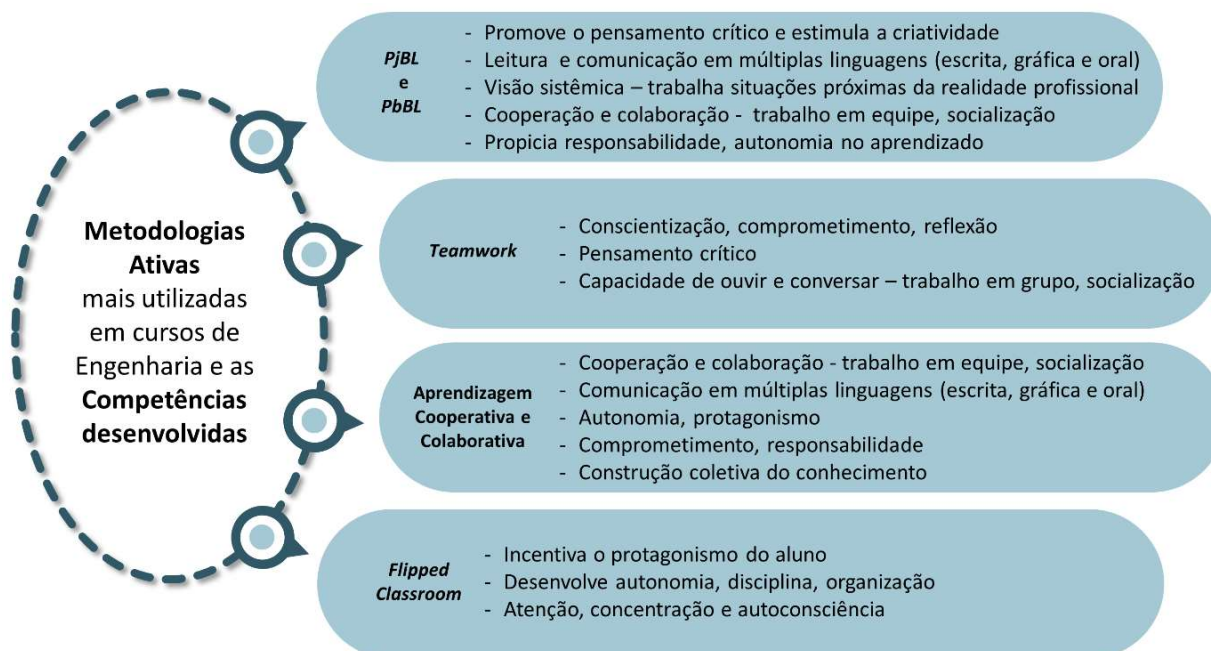
Esse processo é permeado por avaliações que buscam verificar a assimilação do estudante e sua capacidade de aplicar os conceitos e habilidades esperados (HIGASHI e PEREIRA, 2020). Valente (2015) destaca algumas diretrizes para implementar a sala de aula invertida, com base no relatório *Flipped Classroom Field Guide*, incluindo atividades em sala de aula que envolvam questionamentos significativos e a resolução de problemas para que os alunos recuperem, apliquem e ampliem o conteúdo estudado

previamente. Além disso, o *feedback* imediato, após a realização das atividades em sala de aula, é fundamental para orientar os alunos a aprender e avaliar sua própria compreensão do assunto, permitindo ao professor direcionar adequadamente a aula conforme as dificuldades e conhecimentos já dominados pelos alunos.

Exemplo de aplicação: (i) o professor propõe o estudo de um tema; (ii) os alunos buscam informações básicas (na internet, vídeos, animações e leituras); (iii) após fazem uma avaliação respondendo a três ou quatro questões (para diagnosticar o que foi aprendido e os pontos que necessitam de ajuda) através de testes autocorrigidos (*on-line*); (iv) o professor orienta os alunos nos pontos em que não alcançaram os conhecimentos básicos; (v) e propõe problemas mais complexos aos que já dominam o essencial, para que apliquem e relacionem os conhecimentos com a realidade, questionando, revendo, ampliando-o e aplicando-o em atividades bem planejadas e com feedback imediato (MORAN, 2018; VALENTE, 2015).

A Figura 12 apresenta as quatro Metodologias Ativas mais utilizadas em cursos de engenharia e as principais competências e habilidades que podem ser exercitadas através de sua aplicação.

Figura 12 – Metodologias Ativas mais utilizadas em engenharia e competências e habilidades



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em Pérez-Martínez *et al.* (2010); Palazzo e Ulbricht (2015); Cortelazzo *et al.* (2018); Moran (2018); Morais *et al.* (2019); Carraro e Behrens (2019); Camargo (2020); Higashi e Pereira (2020); e Heidermann, Giongo e Moraes (2020)

No levantamento realizado pela autora (HOFFMANN *et al.*, 2020) sobre o uso das metodologias ativas, foi possível observar que a utilização de metodologias híbridas (que envolvem uma combinação de diferentes MA), proporciona resultados interessantes que oportunizam o exercício de competências e habilidades que vão além das relacionadas diretamente aos conteúdos estudados. Dentre elas estão as habilidades de comunicação e trabalho em equipe, entendimento de questões sociais, ambientais, econômicas e as demandadas pelo mercado de trabalho atual.

Por envolverem práticas pedagógicas inovadoras através da problematização e contextualização com a futura atuação profissional, as MA podem promover o desenvolvimento de múltiplas inteligências e exercitar também a autonomia, criatividade, pesquisa, análise, reflexão, senso crítico, com uma postura participativa, questionadora e colaborativa.

Elas mostram-se também como um desafio para o ensino universitário, pois têm a intenção que o aluno aprenda de forma mais eficaz, se aproprie do conhecimento, entendendo-o e internalizando-o, assim como, que desenvolva habilidades específicas. E essa adaptação metodológica necessária requer aumento de recursos humanos (professores e tutores), de carga de trabalho do corpo docente e capacitação específica, assim como, uma maior dedicação do professor e do estudante na sua aprendizagem. Por outro lado, os estudos analisados mostraram que as MA motivam o estudante, diminuem as desistências, aumentam o rendimento e o número de alunos aprovados nas disciplinas (HOFFMANN *et al.*, 2020).

A necessidade de atualizar, criar e melhorar formas alternativas de ensino se torna cada vez mais evidente, e a busca contínua por metodologias de ensino alternativas é muito importante para o desenvolvimento de capacidades cognitivas e não cognitivas dos alunos, Matsubara e Rossini (2020) aconselham que esse processo de transição seja realizado de forma cautelosa e que passe por uma preparação de conscientização por parte de professores e de alunos.

Nesse sentido, essas considerações sobre as metodologias ativas e o desenvolvimento ou exercício de competências proporcionados pela sua aplicação em sala de aula, foram utilizadas como material preparatório, mais adiante na pesquisa, quando os professores reuniram-se para a criar atividades interdisciplinares para as disciplinas de expressão gráfica, tendo em vista também o exercício dessas importantes competências.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE SUPORTE AO MÉTODO – *DESIGN THINKING*

O design pode ser visto como um conjunto de atividades realizadas para a criação de algo (um produto, um serviço, uma estratégia ou um artefato), que possibilite às pessoas agirem ou responderem a alguma necessidade ou desafio previamente identificado (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). Na educação, Borba *et al.* (2021) destacam que o processo de design pode contribuir com o projeto de espaços, currículos, metodologias, processos e práticas de aprendizagem. Isso começa com uma compreensão estratégica e leva em consideração os diferentes atores envolvidos no contexto, incluindo suas crenças, necessidades e particularidades culturais.

O *Design Thinking* é uma abordagem metodológica que usa a sensibilidade e os métodos dos designers para conciliar as necessidades das pessoas com o que é tecnologicamente exequível, visando converter oportunidades em soluções para um contexto específico (BROWN, 2020). Bechara (2017) define-o como “*uma abordagem metodológica que combina o foco no usuário final com multidisciplinaridade e colaboração iterativa na busca pela inovação*”. Segundo Tschimmel *et al.* (2017), é entendido como uma maneira de pensar que conduz à transformação e à inovação, oferecendo modelos e ferramentas que ajudam a melhorar, acelerar e visualizar os processos criativos, não apenas por designers, mas por equipes interdisciplinares em diversas organizações.

Esse modelo de pensamento tem como premissa o **design centrado em pessoas** e suas necessidades individuais e coletivas, colocando-as no centro da solução de um problema, segundo uma perspectiva baseada na empatia, colaboração, experimentação e visualização (GONSALES, 2017; TSCHIMMEL, *et al.* 2017; BROWN, 2020), combinando a empatia com o contexto de um problema, a criatividade na geração de ideias, a geração de *insights* e de soluções e, ao mesmo tempo, a racionalidade para analisar e combinar soluções para esse contexto (TSCHIMMEL, *et al.* 2017). É focado na resolução de problemas abertos, mal definidos e complexos (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018), por meio de um processo intencional para analisar uma situação ou problema e alcançar um resultado inovador através de soluções criativas (BROWN, 2020).

Na década de 1990 e início dos anos 2000, a publicação de Donald Norman “O Design do dia a dia” se tornou referência do design centrado no usuário e no design de interação

(NORMAN, 2006). Outros autores, como Klaus Krippendorff, deram continuidade a estas ideias, criando o conceito de design centrado no ser humano (HCD – *Human Centered Design*), que se baseia em métodos e modelos que enfatizam, comunicam, estimulam e explicitam as características, capacidades e comportamentos humanos, permitindo que seus desejos, necessidades e experiências sejam o ponto de partida para a concepção de soluções (KRIPPENDORFF, 2000).

Assim, o *Design Thinking* surge como uma evolução do HCD, buscando entender como os profissionais de design pensam. É um método baseado na percepção e construção de novas combinações (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018), na capacidade de intuição, no reconhecimento de padrões, e no desenvolvimento de ideias com significado emocional e funcional, operando de forma holística e integrando diferentes formas de pensamento: divergente / convergente, analítico / sintético, dedutivo / indutivo / abduutivo, materializado / experimental e individual / colaborativo (BROWN, 2020).

Brown (2020) enfatiza a importância do pensamento divergente para a inovação, que explora diversas possibilidades, enquanto o pensamento convergente faz escolhas para implementação. A alternância entre esses pensamentos, característica do design, que permite gerar novas ideias e projetar soluções inovadoras (CAVALCANTI e FILATRO, 2016).

Os pensamentos analítico e sintético complementam o divergente e convergente, onde a análise decompõe um problema complexo e a síntese reúne as partes de forma criativa (BROWN, 2020; CAVALCANTI e FILATRO, 2016). O pensamento dedutivo parte de princípios gerais para específicos (análise), enquanto o indutivo, parte de casos específicos para conclusões gerais (síntese) (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). Para tarefas não predefinidas, o pensamento abduutivo (criativo ou produtivo) é mais adequado, utilizando o repertório pessoal e informações obtidas com os usuários, baseando-se em experiências e vivências para formular hipóteses (MOREIRA, 2018; GONSALES, 2017).

A formulação de ideias originais envolve o uso de recursos visuais (*storyboards*, diagramas, maquetes, mapas mentais, fluxogramas etc.) e prototipagem, facilitando a comunicação e teste de soluções (CAVALCANTI e FILATRO, 2016; MOREIRA, 2018; BROWN, 2020). E a cocriação em equipes multidisciplinares é fundamental para enxergar diversas perspectivas e alcançar os melhores resultados (CAVALCANTI e FILATRO, 2016; MOREIRA, 2018).

O *Design Thinking* é reconhecido por seu importante potencial, não apenas para lidar com o novo, mas também, segundo Cavalcanti e Filatro (2016), para criar algo que seja diferente, revolucionário ou até mesmo disruptivo. Brown (2020) ressalta que sua natureza iterativa e percurso não linear o tornam um processo exploratório, que leva a descobertas inesperadas e para a revisão das premissas da equipe.

Nesse sentido, ele pode contribuir muito no campo da educação ao estimular a resolução de problemas, a inovação e a adoção de estratégias de ensino-aprendizagem centradas nos estudantes, renovando as práticas tradicionais, com maior significado e eficácia. Tschimmel e Santos (2018) salientam que, como uma metodologia holística, integradora e centrada no ser humano, o *Design Thinking* pode fornecer uma visão ampla do sistema educacional. Devido à sua abordagem multidisciplinar, colaborativa e experimental, pode auxiliar os educadores a prepararem os estudantes do século XXI para enfrentar os desafios do futuro, ainda desconhecidos.

Existem diferentes visões sobre as etapas e métodos a serem adotados no *Design Thinking*. No contexto brasileiro as perspectivas mais conhecidas e disseminadas são as abordagens da IDEO e da D.SCHOOL, que, para Cavalcanti e Filatro (2016), também servem de referencial para utilização no contexto educacional.

A abordagem da IDEO é detalhada no *HCD Toolkit* (IDEO, 2015) - disponível em seu site - descrevendo como as equipes podem inovar e desenvolver projetos usando o *Design Thinking*. O método inicia examinando as necessidades, desejos e comportamentos das pessoas envolvidas, através da “lente do Desejo”, ouvindo e entendendo o que querem, e posteriormente, avaliando as soluções pelas lentes “da Praticabilidade” e “da Viabilidade” (IDEO, 2015). As soluções devem estar equilibradas na interseção das três lentes – serem desejáveis, praticáveis e viáveis - buscando soluções de impacto para problemas complexos (BROWN, 2020).

O documento propõe três etapas: (i) **ouvir**, para entender as expectativas, os desejos e as necessidades dos envolvidos; (ii) **criar**, que exige síntese e interpretação das informações coletadas para definir o problema, selecionar soluções e produzir protótipos; e (iii) **entregar**, testando, monitorando e implementando soluções propostas. Existe uma articulação entre essas etapas, em um processo sistêmico, interativo e não linear, alternado entre pensamento concreto e abstrato (IDEO, 2015).

Segundo documento IDEO (2013) destinado aos educadores, para gerar e aprimorar ideias, desde a identificação do desafio até construção da solução, são necessárias cinco fases: **descoberta, interpretação, ideação, experimentação e evolução**. Estas fases alternam entre divergência e convergência, e segundo Gonsales (2017), são bastante adequadas para aplicação no campo educacional. As fases de “descoberta” e “interpretação” correspondem à empatia, envolvendo levantamento de informações e análise, enquanto a fase de “ideação” enfatiza a colaboração. Na fase de “experimentação”, protótipos são planejados, e na fase de “evolução”, as soluções são avaliadas e refinadas (IDEO, 2013).

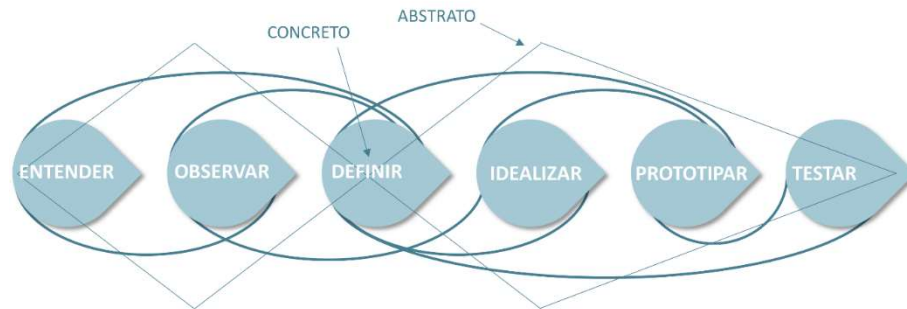
A abordagem da D.SCHOOL também adota um processo cíclico e não linear, alternando entre pensamento concreto e abstrato, descrito no *Bootcamp Bootleg* (D.SCHOOL, 2018) - disponível no site da Universidade de *Stanford*. Este material oferece uma compilação de ferramentas centradas no ser humano para orientar designers no desenvolvimento de projetos. Conforme o documento, o trabalho colaborativo na busca por soluções para um problema fundamenta-se no modo de pensar (*mindset*) dos designers, que envolve as seguintes premissas sobre o *Design Thinking*: (i) é uma abordagem centrada no ser humano (empatia); (ii) é orientado à ação (criar e fazer); (iii) à colaboração (equipes interdisciplinares); (iv) à cultura da prototipagem; (v) à demonstração de ideias; e (vi) à ação cíclica no processo (de forma interativa e não linear) (D.SCHOOL, 2018).

O *Bootcamp Bootleg* (D.SCHOOL, 2018) também propõe cinco etapas - **empatia, definir, idear, prototipar e testar**. Alguns autores, como Cavalcanti (2015), dividem a etapa “empatia” em dois momentos – **entender e observar** - que objetivam entender e observar o contexto e o comportamento das pessoas envolvidas (*stakeholders*).

Na etapa “definir”, os dados coletados durante a empatia são sintetizados e interpretados, definindo o problema (pensamento concreto), na forma de uma afirmação, orientando o uso do *Design Thinking* no projeto (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). Já na etapa “idear”, explora áreas pouco convencionais, gerando o maior número de ideias, que serão categorizadas, filtradas e selecionadas (pensamento abstrato) (CAVALCANTI, 2015). A etapa seguinte, “prototipar”, desenvolve modelos (protótipos) para testar as ideias, enquanto a etapa “testar”, permite experimentar e refinar as soluções, para o refinamento da proposta ou implementação da solução (pensamento concreto) (CAVALCANTI, 2015).

Cavalcanti (2015) apresenta em sua tese uma adaptação da figura que representa o processo de *Design Thinking* segundo abordagem da D.SCHOLL de *Stanford* e o emprego do pensamento concreto ou abstrato nas etapas (Figura 13).

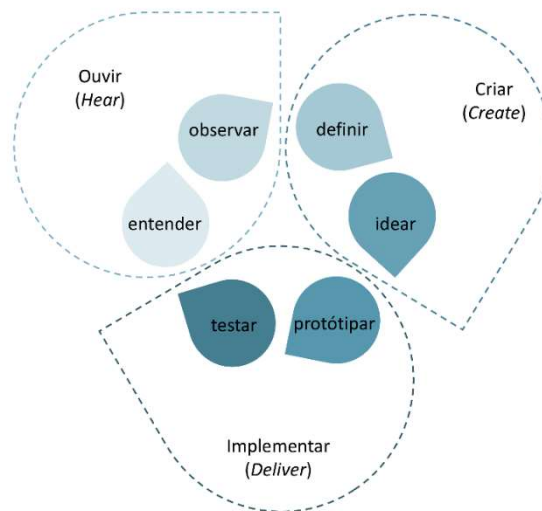
Figura 13 - Processo de *Design Thinking* segundo abordagem da D.SCHOLL de *Stanford* e o emprego do pensamento concreto ou abstrato nas etapas



Fonte: adaptado de Cavalcanti (2015)

A autora apresenta também uma figura com a correspondência das diferentes fases da abordagem *HCD toolkit* da IDEO e do *Bootcamp Bootleg* da D.SCHOOL de *Stanford* (Figura 14).

Figura 14 – Articulação das diferentes fases de *Design Thinking* segundo a abordagem da IDEO e D.SCHOOL de *Stanford*



Fonte: adaptado de Cavalcanti (2015)

Essas duas abordagens descrevem de forma sucinta o processo de *Design Thinking* e logo direcionam o documento para a proposição de métodos e ferramentas que podem ser adotados pelas equipes de trabalho segundo as demandas e especificidades de cada situação.

3.1 O *DESIGN THINKING* NA EDUCAÇÃO

Há mais de duas décadas o *Design Thinking* tem sido reconhecido como método útil nos processos de inovação educacional (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018). Ao longo do tempo, conforme Cavalcanti e Filatro (2016), organizações e instituições educacionais passaram a adotar o conceito do *Design Thinking* para lidar com problemas complexos e gerar inovações.

No universo da educação, a atenção, segundo Barauna (2021), se volta para a capacidade dos professores de liderar processos complexos de mudanças de forma criativa, recontextualizando suas práticas. Para a autora, essa era de mudanças na educação do século XXI tem se aproximado do pensamento projetual do design e da sua cultura de projeto transdisciplinar, lidando com incertezas e problemas complexos, e criando sentido para a aprendizagem através da empatia, criatividade, compartilhamento de ideias, do saber fazer e tomar decisões, experimentar, errar etc.

O *Design Thinking* promove uma abordagem interdisciplinar e colaborativa, envolvendo *stakeholders* de diferentes *backgrounds* e experiências na área da educação, como estudantes, educadores, profissionais, coordenadores etc. (TSCHIMMEL *et al.*, 2017). Isso ocorre por ser uma abordagem que descentraliza a prática do design, permitindo que seus princípios sejam adotados por pessoas de diversas áreas (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). Desta forma, permite que pessoas sem formação projetual consigam projetar em seus contextos específicos, transformando a resolução de problemas de um esforço individual para um esforço social, onde as partes interessadas colaboram buscando soluções satisfatórias e viáveis, e não uma resposta única (CONKLIN, 2001).

A demanda por competências no século XXI vai além do conhecimento cognitivo, assim o *Design Thinking* chamou a atenção dos educadores globalmente por ser centrado no ser humano e pela abordagem prática e multidimensional para a solução de problemas, desenvolvendo habilidades essenciais nos alunos e preparando-os para enfrentar os desafios globais e tecnológicos (KOH *et al.*, 2015; TSCHIMMEL e SANTOS, 2018). Isso tem impactado a cultura do Ensino Superior, mostrando aos educadores novas maneiras de criar juntos, promovendo aprendizado prático por meio das fases iterativas de descoberta, empatia, geração de ideias, experimentação e elaboração (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018).

No livro “*Design Thinking for Education*”, Koh *et al.* (2015) exploram como o *Design Thinking* pode ser usado para desenvolver competências e explicam como pode auxiliar os professores na criação de caminhos educacionais necessários para a aprendizagem do século XXI, através do planejamento de suas aulas. Eles destacam algumas características do *Design Thinking* que podem beneficiar estudantes e professores em contextos educacionais, tais como a colaboração, a criação de conhecimento através de ciclos iterativos de reflexão em ação, e a ausência de estágios bem definidos, permitindo que as ideias avancem e retrocedam até alcançarem um consenso.

Em contextos educacionais, autores como Tschimmel e Santos (2018) consideram o *Design Thinking* como um método para repensar experiências de aprendizagem / ensino. Neste contexto, Tschimmel *et al.* (2017) destacam que sua aplicação, permite renovar as abordagens e metodologias, atualizar e aprender a redesenhar experiências de aprendizagem, e promover o exercício de competências hoje muito procuradas por empregadores e organizações. Isso se reflete também em diversas atividades educacionais, como desenvolvimento de conteúdo, planejamento curricular, elaboração de estudos e teses utilizando-o como metodologia de investigação, desenvolvimento de projetos educacionais, definição de novos produtos educacionais (cursos, materiais de aprendizagem, metodologias de trabalho), dentre outros (TSCHIMMEL *et al.*, 2017; CAVALCANTI e FILATRO, 2016).

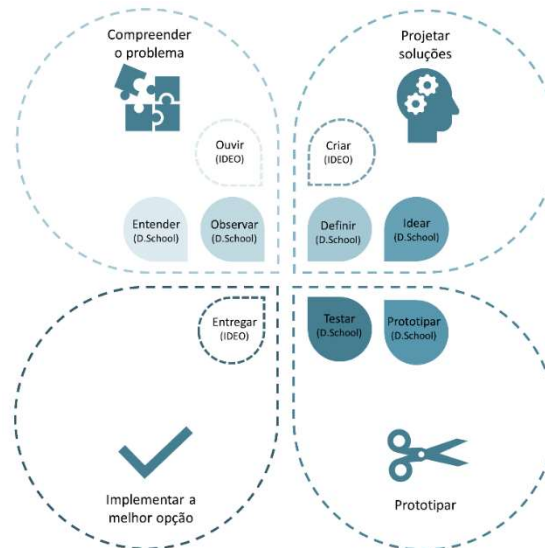
Pela sua característica empática, criativa, colaborativa, interdisciplinar e experimental, o *Design Thinking* apoia os educadores a enfrentar o desafio das transformações sociais e a refletir sobre o papel do professor como “facilitador de aprendizagem”, transformando-o em agente da mudança (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018).

No contexto deste trabalho, o *Design Thinking* foi considerado como metodologia para a solução de problemas. Escolheu-se este enfoque pois, através da aplicação de suas ferramentas, buscou-se alcançar uma solução que integrasse as disciplinas de expressão gráfica ofertadas ao curso de Engenharia Civil, de forma a exercitar as habilidades e competências necessárias e descritas no Capítulo 2.

Este trabalho é baseado em dois modelos e *toolkits* que fornecem importantes contribuições para aplicação em situações do universo da educação, apresentados a seguir.

O modelo em que Cavalcanti e Filatro (2016) propõem uma adaptação do *Design Thinking* para o campo da educação, embasado nas propostas da IDEO e D.SCHOOL. A Figura 15 apresenta as etapas propostas pela IDEO e D.SCHOOL e as quatro etapas na forma como as autoras organizaram: (i) compreender o problema; (ii) projetar soluções, (iii) prototipar e (iv) implementar a melhor solução.

Figura 15 –*Design Thinking* aplicado à educação.



Fonte: adaptada de Cavalcanti e Filatro (2016)

E o modelo desenvolvido por Katja Tschimmel (Figura 16), chamado *D-Think Toolkit (Evolution - E6²)*, desenvolvido em 6 etapas (Emergência, Empatia, Experimentação, Elaboração, Exposição e Extensão), que se relacionam com as demais em ciclos iterativos, com momentos de divergência (exploração) e convergência (escolha) (TSCHIMMEL *et al.*, 2017).

Figura 16 – *Mindshake Design Thinking Model Evolution - E6²*



Fonte: adaptado de Tschimmel *et al.* (2017)

A proposta de Cavalcanti e Filatro (2016) apresenta a mesma estrutura do modelo *Evolution E6²* de Tschimmel *et al.* (2017), pois a etapa “compreensão do problema” corresponde às etapas de Emergência e Empatia no modelo E6², a etapa “projetar soluções” compreende às etapas de Experimentação e Elaboração, a etapa “prototipar” corresponde à Exposição, e a etapa “implementar a melhor opção” corresponde à Extensão.

Nos dois modelos, todas as etapas do *Design Thinking* são desenvolvidas de forma colaborativa, flexível e interativa, adotando estratégias variadas, que fazem uso da criatividade e intuição, e ajudam a sistematizar sua aplicação em educação, entretanto é necessário conhecer as suas fases, aprender a usar as suas ferramentas e depois implementá-las e ajustá-las às necessidades do problema (TSCHIMMEL *et al.*, 2017).

Cavalcanti e Filatro (2016) apresentam as estratégias aplicáveis em cada etapa, com um roteiro completo para sua aplicação no campo educacional. O documento “*D-Think Toolkit*”, apresentado por Tschimmel *et al.* (2017), também apresenta *kits* de ferramentas, que podem ser aplicadas em diferentes contextos e cenários educacionais, organizadas para facilitar sua aplicação por educadores em contextos educativos diferentes e relevantes para a sua prática.

O trabalho segue as seis etapas do modelo proposto por Tschimmel *et al.* (2017), conforme será ilustrado no desenho da pesquisa. No entanto, considerando a semelhança entre os modelos de *Design Thinking* aplicados ao campo da educação, ambos foram utilizados como referência para este estudo. A partir desses modelos, foram selecionadas as estratégias e ferramentas mais adequadas a cada etapa do trabalho, de acordo com os objetivos específicos.

Essas estratégias e ferramentas são detalhadas no Capítulo 4, onde são apresentados os procedimentos metodológicos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é caracterizado o contexto do estudo e apresentado o método utilizado nesta pesquisa, bem como as ferramentas e os critérios para coleta e análise dos dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO E UNIVERSO DO ESTUDO

A presente tese possui o seu foco voltado à área da expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS, mais especificamente a alunos e professores das 4 disciplinas de desenho técnico e geometria descritiva oferecidas, embora possa colaborar com distintos cursos de graduação em Engenharia que contam com disciplinas semelhantes em seus currículos.

Este estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, com enfoque na atribuição de significado para os dados coletados. É de natureza aplicada, pois tem o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos novos conhecimentos. Quanto aos objetivos, se classifica como uma pesquisa exploratória, considerada um passo inicial que permitirá evoluir na aplicação das soluções alcançadas. Quanto aos procedimentos, é classificada como pesquisa ação pois a pesquisadora tem envolvimento direto com o objeto da pesquisa, e os participantes e a pesquisadora estão envolvidos de modo colaborativo e crítico (SANTOS, 2018; GIL, 2010; SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009; DIEHL e TATIM, 2004). Desta forma, conforme as características de uma pesquisa ação, possui ênfase no aprendizado obtido a partir do processo realizado para alcançar o resultado (SANTOS, 2018).

Utilizou-se neste trabalho o *Design Thinking* como método de pesquisa, que, segundo Tschimmel, Clemente e Pombo (2020), se encaixa perfeitamente no pluralismo metodológico, onde suas técnicas seguem o rigor e os padrões acadêmicos (como por exemplo, ao aplicar pesquisas, entrevistas ou grupos focais), e ao mesmo tempo permite espaço para intuição e imaginação, aceitando o uso de elementos materiais e visuais do design, como esboços, esquemas e protótipos. Assim, a utilização dessa abordagem permite uma integração harmoniosa entre a pesquisa rigorosa e a prática criativa, facilitando a inovação e a geração de conhecimento no campo do design.

Desta forma, através do pensamento projetual do design e utilizando a abordagem do *Design Thinking*, esta pesquisa buscou encontrar soluções de atividades interdisciplinares para as disciplinas de EG do curso de Engenharia Civil da UFRGS, de forma a oportunizar o exercício de competências e habilidades, propondo diretrizes para sua elaboração.

Como comentado anteriormente (Capítulo 3), este trabalho é baseado em dois modelos, muito semelhantes, e seus *toolkits* - o proposto por Cavalcanti e Filatro (2016) e o proposto por Tschimmel *et al.* (2017) - que apresentam as ferramentas para aplicação em situações do universo da educação. O documento *D-Think Toolkit* de Tschimmel *et al.* (2017) orienta também que, primeiramente, seja selecionado o contexto e o cenário para a aplicação do *Design Thinking* na educação, para então se escolher e definir as ferramentas a serem aplicadas em cada etapa. Assim, para alcançar a solução pretendida, neste trabalho, a abordagem do *Design Thinking* foi utilizada com o objetivo de: (i) detalhar/orientar as práticas procedimentos e estratégias de ensino para a melhoria da realização dos estudantes; (ii) definir os resultados de aprendizagem e planejar as estratégias de ensino e aprendizagem; e (iii) desenhar as aulas e atividades. Desta forma, foi possível selecionar as ferramentas mais adequadas para alcançar os objetivos específicos em cada etapa da pesquisa.

Outro aspecto importante para a aplicação do *Design Thinking*, é a identificação, no início do projeto, de todas as pessoas que participam ou são envolvidas ou afetadas de alguma forma - são as partes interessadas (*stakeholders*). Essas pessoas, segundo Brown (2020) devem ser convidadas para que sejam ouvidas e participem da coleta de dados, da criação de soluções e validação de protótipos. Elas não precisam compreender o que é *Design Thinking*, mas sim conhecer o contexto analisado e os desafios e problemas vivenciados no seu cotidiano (CAVALCANTI e FILATRO, 2016), formando um grupo heterogêneo, com visões extremas do contexto, pois esse contraste ajuda a obter uma visão mais ampla do problema em questão (BROWN, 2020).

Considerando esses aspectos, a equipe convidada para deste estudo, fica assim definida: a pesquisadora, liderando e coordenando o projeto, os professores das disciplinas de expressão gráfica do DEG da Faculdade de Arquitetura/UFRGS e os alunos do curso de Engenharia Civil da UFRGS. Em última instância, pode-se considerar também como usuários, a sociedade, que será beneficiada pelas características do profissional formado pela instituição, que colocará em prática suas competências a serviço da sociedade.

4.2 DESENHO DA PESQUISA

Esta pesquisa utilizou como abordagem metodológica o *Design Thinking* aplicado no campo da educação. O trabalho segue 6 etapas: Identificar oportunidades, Empatia, Experimentação, Elaboração, Exposição e Implementação.

Cada modelo utilizado como referência - o proposto por Tschimmel *et al.* (2017) (*D-Think Toolkit*) e o de Cavalcanti e Filatro (2016) (adaptado de *HCD Toolkit* (IDEO, 2015) e *Bootcamp Bootleg* (D.SCHOOL, 2018)) recomenda ferramentas que objetivam melhorar, acelerar e visualizar todos os processos criativos realizados pelas equipes, de forma sistematizada. Assim, para cada etapa foram selecionadas as estratégias e ferramentas conforme o objetivo específico de cada etapa do trabalho.

O Quadro 1 apresenta as etapas e o *toolkit* de referência das ferramentas selecionadas, para o desenvolvimento das etapas, em função do cenário em que esta pesquisa se insere, conforme comentado na caracterização e universo de estudo

A abordagem do *Design Thinking* é desencadeada com base na definição do desafio estratégico, indicando o problema a ser enfrentado, ou oportunidade a ser explorada. Para tanto, inicialmente, contou com uma organização dos conhecimentos prévios, buscando identificar também quem são as partes envolvidas no contexto que podem ajudar na compreensão do problema a ser resolvido. As etapas de identificação de oportunidades e definição do projeto estão documentadas nos Capítulos 1 e 2 com a contextualização, definição da questão de pesquisa e objetivos, assim como a revisão teórica sobre os temas que envolvem esta pesquisa.

Com a definição dos objetivos, deu-se continuidade à **Coleta de dados documental**, para a identificação de permeabilidade de conteúdos entre as quatro disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil (Objetivo específico 1). Assim como, a construção de um **Mapa de Empatia**, para compreender o problema a partir da perspectiva do aluno (Objetivo específico 2), elaborado a partir da aplicação de um questionário *on-line*.

Quadro 1 – Ferramentas selecionadas em cada etapa e *toolkit* de referência.

Etapa Design Thinking	Ferramenta	Objetivo Específico	Referência
IDENTIFICAR OPORTUNIDADES	Definição do problema de pesquisa		Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Buzz Report</i> ”
EMPATIA	Coleta de dados documental	1 - Identificar a permeabilidade de conteúdo das disciplinas de EG do curso de Engenharia Civil da UFRGS.	Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Opportunity Mind Map</i> ”
	Mapa de Empatia	2 - Compreender o problema a partir da perspectiva do aluno.	Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Observation Matrix</i> ”, “ <i>Empathy Map</i> ” Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 10 “Mapa de Empatia” D.School (2018) – “Mapa de Empatía”
	Entrevista Empática	3 - Verificar a percepção dos professores com relação ao cenário atual e futuro destas disciplinas.	Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Interest Group Discussion</i> ” Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 6 – “Entrevista empática” D.School (2018) – “ <i>Preparación de la entrevista</i> ”, “ <i>Compartir e plasmar historias</i> ” IDEO (2015) – “Entrevistas com especialistas”, “Guia da entrevista”
	Análise dos dados coletados		Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Insight Clustering</i> ” Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 8 “Análise dos dados coletados” D.School (2018) – “Saturar e agrupar” IDEO (2015) – “ <i>Extrair insights principais</i> ”
EXPERIMENTAÇÃO	Perguntas “Como podemos...?”	4 - Elaborar atividades interdisciplinares para as disciplinas de EG, que oportunizem o exercício de habilidades e competências técnicas e atitudinais.	Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 12 “Perguntas Como podemos...?” D.School (2018) – “ <i>Perguntas Cómo podemos?</i> ” IDEO (2015) – “Criando áreas de oportunidades”
ELABORAÇÃO	Projeto Participativo <i>Brainstorming</i> + Matriz de seleção		Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Goal Oriented Brainwriting</i> ”, “ <i>Evaluation Matrix</i> ” Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 15 “Projeto Participativo” D.School (2018) – “ <i>Facilita un brainstorm</i> ”, “ <i>Brainstorming</i> ” IDEO (2015) – “Projeto Participativo”, “Brainstorming de novas soluções”
EXPOSIÇÃO	Prototipagem	5 - Aplicar uma das propostas de atividade em uma turma piloto.	Tschimmel <i>et al.</i> (2017) – “ <i>Presentation Board</i> ”, “ <i>Vision Statement</i> ” Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 18 “Prototipagem colaborativa” D.School (2018) – “ <i>Prototipa para testar</i> ” IDEO (2015) – “Transformando ideias em realidade - diagramas”
	Teste do protótipo		Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 20 “Teste do protótipo” D.School (2018) – “ <i>Test com usuarios</i> ”
	Matriz de <i>Feedback</i>	6 - Verificar a percepção dos professores sobre a aplicação da atividade na turma piloto.	Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 21 “Matrix de <i>Feedback</i> ” D.School (2018) – “ <i>Matriz para el feedback</i> ” IDEO (2015) – “Coletando <i>feedback</i> ”
IMPLEMENTAR	Plano do Projeto Piloto	7 - Planejar a aplicação da atividade para sua implementação recorrente, em um cenário futuro.	Cavalcanti e Filatro (2016) – Estratégia 24 “Plano do projeto piloto”

Fonte: elaborado pela autora.

Na etapa seguinte, de compreensão do problema e definição do projeto, a empatia foi fundamental, considerando a perspectiva dos envolvidos, seu comportamento no contexto analisado, oportunizando interações. Para esta etapa foram convidados todos os professores do Departamento de Design e Expressão Gráfica - Faculdade de Arquitetura/UFRGS - que ministram disciplinas para os cursos de engenharia, que se interessaram em participar da coleta de dados desta pesquisa. Assim, esses professores foram convidados a participar de uma **Entrevista Empática**, com o intuito (da autora do trabalho) ouvir, observar e conhecer suas expectativas e necessidades. Esta ferramenta permitiu enxergar o problema segundo outra perspectiva (que não somente a sua) e obter *insights*, para ajudar na criação de soluções inovadoras. Posteriormente estes dados foram categorizados através da **Análise de dados coletados**, com o objetivo de verificar a percepção dos professores do cenário atual e futuro destas disciplinas (Objetivo específico 3).

Já para as etapas de Experimentação (geração de ideias) e Elaboração (projetar e escolher soluções), foram convidados os professores envolvidos com as disciplinas de DT e GD oferecidas ao curso de Engenharia Civil, possibilitando, desta forma, a aplicação da solução proposta em suas turmas. Participaram desta etapa, seis professores, representantes das três grandes áreas de expressão gráfica para as engenharias: (i) geometria descritiva, (ii) desenho técnico a mão livre e (iii) desenho técnico instrumentado.

Na etapa de Experimentação onde são geradas ideias, previamente foram elaboradas perguntas (do tipo “**Como podemos...?**”) que alimentaram as discussões na ocasião da aplicação do **Projeto Participativo** (etapa de Elaboração), que tinha o intuito de projetar soluções, através de uma seção de *brainstorming* seguida da **escolha das melhores ideias**, norteadas pelas lentes do *HCD Toolkit* (desejo, praticabilidade e viabilidade). A aplicação dessas ferramentas do *Design Thinking* objetivou propor atividades que oportunizem a integração das disciplinas e o exercício de habilidades e competências técnicas e atitudinais, através das metodologias ativas de ensino e aprendizagem (Objetivo específico 4).

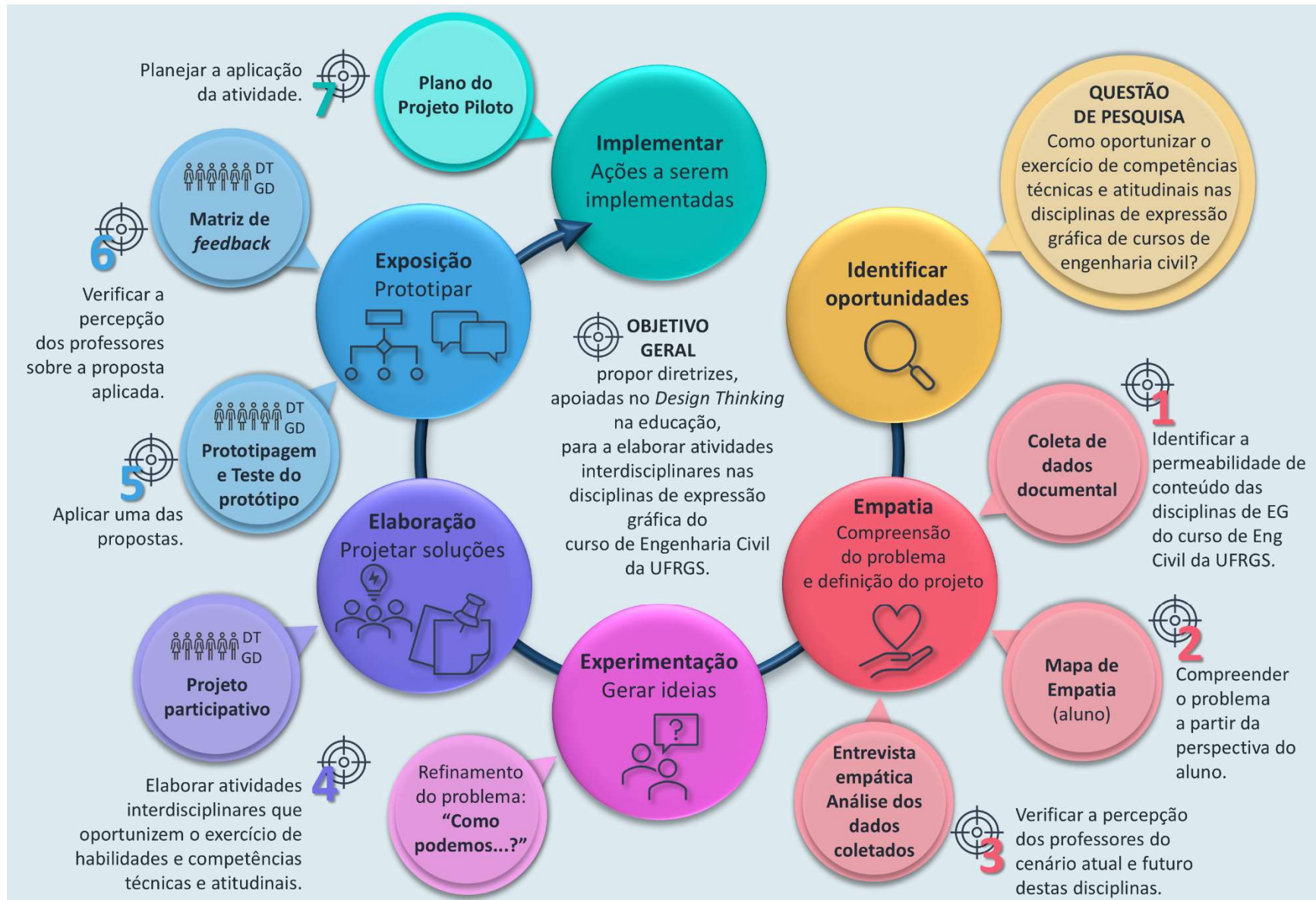
Na etapa seguinte – Exposição – a solução escolhida foi **prototipada** para que se tornasse tangível, possibilitando a reformulação da proposta, a geração de novas e melhores ideias e a identificação de pontos fracos da solução. Para este trabalho, o protótipo é um esquema com as etapas da atividade planejada, representando a estratégia para integração

das disciplinas de EG do curso de Engenharia Civil/UFRGS, e contendo os aspectos relevantes e significativos para resolver de forma inovadora o problema identificado.

Dando sequência, quatro professores que participaram da etapa de Prototipagem, realizaram o **Teste do protótipo**, aplicando a melhor proposta (ou mais viável) na disciplina de sua responsabilidade durante o semestre 2023-2 (Objetivo específico 5). Após esse teste, foi elaborada uma **Matriz de feedback**, com o objetivo de avaliar a percepção dos professores e alunos sobre a experiência didática utilizando a atividade elaborada para integração das disciplinas (Objetivo específico 6). E, por fim, na etapa de Implementação, foi realizado o **Plano do Projeto Piloto**, baseado nas observações anotadas na Matriz de *feedback* (Objetivo específico 7), para que a solução de atividade testada seja aperfeiçoada a ponto de poder ser colocada em prática. Assim, após a realização destas etapas cumpre-se o objetivo geral do trabalho através da proposição de diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de EG do curso de Engenharia Civil da UFRGS.

E o desenho da pesquisa é apresentado na Figura 17, onde ao centro está o objetivo geral a ser alcançado. Apresenta também as etapas da abordagem metodológica utilizada, o *Design Thinking* – Identificação de oportunidades, Empatia, Experimentação, Elaboração, Exposição e Implementação - com os correspondentes objetivos específicos de cada etapa, e as respectivas ferramentas do *Design Thinking* selecionadas para alcançá-los.

Figura 17 – Desenho da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora.

4.3 INSTRUMENTOS E TECNICAS PARA COLETA DE DADOS

A seguir serão descritas as ferramentas selecionadas para cada etapa do *Design Thinking*, a partir dos roteiros para a aplicação no campo educacional propostos por Cavalcanti e Filatro (2016) e no *toolkit* de Tschimmel *et al.* (2017).

4.3.1 Coleta de dados documental

Além do levantamento em documentos com informações relevantes sobre o que já foi dito ou escrito sobre o assunto, apresentado na Fundamentação Teórica desta pesquisa (Capítulo 2), a coleta de dados documental, também faz parte da etapa de empatia e compreensão do problema.

Assim, objetivando identificar a permeabilidade de conteúdos entre as 4 disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil, foi realizada a análise de seus planos de ensino e respectivos cronogramas utilizados pelos professores.

Através dessa análise foi possível identificar e listar todos os conteúdos explorados em cada uma das disciplinas (Geometria Descritiva IIA, Geometria Descritiva III, Desenho Técnico IA e Desenho Técnico IID) e avaliar em que momento do semestre eles são abordados, que então foram organizadas como uma figura circular (Figura 18).

Esse gráfico foi distribuído aos professores dessas disciplinas, para que preenchessem com suas visões sobre as possíveis conexões entre os conteúdos das 4 disciplinas, conectando-os através de linhas, identificando os assuntos que são semelhantes e os assuntos que apresentam conexões por aplicação.

Figura 18 – Gráfico com os conteúdos abordados em cada uma das disciplinas de expressão gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil



Fonte: elaborado pela autora.

4.3.2 Mapa de Empatia do aluno

Esta ferramenta também faz parte da etapa de empatia e compreensão do problema. Ela visa descrever o que alguém diz, faz, pensa e sente, auxiliando a empatizar, ou seja, enxergar o problema a partir da perspectiva do outro, assim como, tem a finalidade de obter *insights* (IDEO, 2015). No caso deste trabalho, esta *persona* é o aluno do curso de Engenharia Civil, e, desta forma, pretende imaginar o que ele pensa, sente, diz e faz em relação ao problema a que se deseja propor uma solução.

O Mapa de Empatia é elaborado a partir de uma matriz, como apresentado na Figura 19, descrevendo brevemente, no centro, quem é a parte interessada, e respondendo às perguntas de cada quadrante. Para Tschimmel *et al.* (2017), o principal destaque desta ferramenta é a possibilidade de detalhar inúmeras ideias e possuir uma visualização simplificada e prática, contribuindo para uma análise organizada e intuitiva. Segundo os autores, a partir da análise desse perfil podem surgir grandes oportunidades e variados direcionamentos para a solução do problema.

Figura 19 – Mapa de Empatia



Fonte: adaptado de Cavalcanti e Filatro (2016)

No caso desse estudo, essas informações foram obtidas através da aplicação de um questionário no formato *on-line* (elaborado através da ferramenta *Google Forms*), respondido pelos alunos (de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS), **de forma voluntária**, através de seus celulares, com acesso através de um *QRcode*, projetado no

quadro, garantindo assim, o anonimato dos participantes. O questionário contou com questões abertas e de múltipla escolha, apresentadas no Apêndice II.

Através deste questionário, buscou-se saber o que o aluno diz, faz, pensa e sente, em relação ao desafio, ou seja, em relação às disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia que está cursando, à metodologia utilizada pelos professores nas aulas, ao seu comportamento nas disciplinas, ao seu futuro profissional etc. Assim, o Mapa de Empatia é a forma de estrutura e apresentação da análise do questionário. Através dele foi possível compreender o problema a partir da perspectiva do aluno, assim como, prever *insights* para o planejamento das ações mais adequadas para o público ao qual que se destina (os alunos).

4.3.3 Grupo focal no formato de Entrevista Empática

A entrevista em grupo para construir empatia é uma estratégia utilizada para coletar dados úteis para entender a vida e a dinâmica da comunidade em questão e dar a todos a oportunidade de expor seu ponto de vista (IDEO, 2015), desta forma, também faz parte da etapa de empatia e compreensão do problema. Para realizá-la, segundo Ribeiro e Newmann (2003), é necessário um planejamento prévio, considerando a intenção do estudo e os usuários, desta forma, deve-se desenvolver um plano que guiará o processo, incluindo a elaboração de questões e a seleção dos participantes - pessoas ou grupos envolvidos que poderiam ser entrevistados.

É importante que o grupo de entrevistados seja heterogêneo, composto por pessoas de diferentes idades, sexo, nível de conhecimento e envolvimento com o desafio, e que tenham visões extremas (CAVALCANTI e FILATRO, 2016), devendo compor um grupo de 8 a 12 participantes, pois segundo Ribeiro e Newmann (2003), o grupo deve ser pequeno o suficiente para que todos tenham a oportunidade de partilhar suas percepções e grande o bastante para permitir diversidade de ideias.

Para esta pesquisa, a aplicação desta ferramenta visa compreender o problema a partir da visão do usuário (professor), desta forma, como mencionado anteriormente, foram convidados os professores do Departamento de Design e Expressão Gráfica - Faculdade de Arquitetura/UFRGS - que ministram disciplinas para os cursos de engenharia e que manifestaram o interesse em participar da etapa de coleta de dados desta pesquisa.

Cavalcanti e Filatro (2016) ressaltam que entrevistas em grupo tendem a promover *insights*, com o compartilhamento de crenças, atitudes, comportamentos e desejos, assim como, permitem que os participantes reflitam a respeito e aprendam com as trocas de experiências e opiniões, compartilhando variadas visões e ideias sobre o desafio estratégico.

O entrevistador deve considerar que o relato de um participante pode influenciar nos relatos subsequentes dos demais, e que a união de vários relatos pode causar um efeito maior que a soma de vários relatos individuais (CAVALCANTI e FILATRO, 2016), permitindo o acesso a questões complexas e interrelacionadas, além de uma ampla oportunidade de aprofundar a pesquisa (RIBEIRO e NEWMANN, 2003), fornecendo uma boa visão dos temas e questões em estudo, para conhecer melhor as necessidades dos usuários.

Porém, para obter a opinião sincera dos participantes, Cavalcanti e Filatro (2016) recomendam que o mediador tenha uma postura receptiva às informações, evitando confronto e comportamento defensivo, e que a estratégia seja apoiada em um roteiro composto por perguntas que alimentem o processo. As autoras ressaltam também que se deve evitar perguntas com resposta sim/não, deixar seguir o fluxo da conversa, suprimir ideias pré-concebidas, incentivar a descrição do uso da solução sugerida, procurar identificar as necessidades latentes, e estar atento às informações não verbais.

O Guia da IDEO (2015), indica a entrevista semiestruturada como elemento chave para habilitar o diálogo e o envolvimento com os participantes do grupo, mantendo o foco no tópico desejado. E que a elaboração cuidadosa das perguntas conduzirá os entrevistados aos pontos específicos que se deseja discutir. Conforme o documento *Bootcamp Bootleg* (D.SCHOOL, 2018), mesmo que não se utilize todas as perguntas preparadas para a entrevista, deve-se pensá-las como um plano de ação. E recomenda também que as perguntas sejam agrupadas por assuntos ou temas e ordenadas de forma que a conversa flua o mais naturalmente possível, tornando a entrevista amigável e efetiva, e que instiguem os entrevistados a dizerem o que sentem.

Segundo o Guia da IDEO (2015), deve-se iniciar com perguntas que sejam confortáveis aos participantes, e expandir para questões mais amplas, de cenário futuro. Para Ribeiro e Newmann (2003), o roteiro da entrevista deve contar com questões introdutórias, que apresentam o tópico geral de discussão e permitem a reflexão sobre experiências anteriores, questões de transição e questões-chave, que movem a conversa para as questões

que norteiam o estudo e que requerem mais atenção e análise. Por fim, as questões finais, que fecham as discussões e permitem identificar os aspectos mais importantes discutidos, resumindo as ideias que surgiram durante as discussões, incluindo algum conselho dos participantes na direção de solução do problema.

No início da entrevista o moderador deve informar sobre o tempo estimado para a realização da sessão (previsão de duração de 2 horas), explicar as regras básicas e a forma de responder às questões, que as respostas serão registradas através de áudio e notas, e que a opinião compartilhada na entrevista será tratada como anônima.

Ao aplicar esta estratégia, pretendeu-se, compreender as motivações, pensamentos e perspectivas, e verificar a percepção dos professores do cenário atual e futuro das disciplinas de expressão gráfica ministradas aos cursos de engenharia na UFRGS.

Assim, as perguntas listadas no Quadro 2 foram previamente elaboradas para nortear as discussões servindo como um roteiro. Elas, juntamente ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I), foram enviadas com antecedência para os participantes, para que refletissem previamente sobre suas disciplinas.

Quadro 2 - Perguntas norteadoras da Entrevista Empática

Pergunta	Objetivo	Cenário
1. Qual a melhor experiência didática que você teve com a sua disciplina?	Expertise dos professores destas disciplinas	atual
2. O que você vê como dificuldades ou um empecilho/obstáculo para implementar uma experiência didática nova na sua disciplina?	Disponibilidade a mudanças, condições oferecidas pela UFRGS quanto à espaço físico, equipamentos etc.	atual
3. Como vê o futuro das disciplinas de expressão gráfica nos cursos de engenharia?	Quais são os desejos de alterações nas suas disciplinas para o futuro, que estratégias pensam aplicar para trazer melhorias de aprendizado	futuro

Fonte: elaborado pela autora.

Depois de realizar a entrevista em grupo, os dados coletados devem ser organizados, transcritos e enviados aos participantes para que possam acrescentar contribuições ou solicitar a retirada de algum conteúdo. Posteriormente esses dados devem ser categorizados, para que alimentem as decisões e análises da etapa seguinte onde parte desses professores participantes da Entrevista Empática se reunirão novamente.

4.3.4 Análise de dados coletados - categorização

Esta ferramenta tem como objetivo analisar os dados coletados na Entrevista Empática, identificando categorias temáticas e padrões que emergiram das necessidades e desejos das partes interessadas, compartilhar os *insights* obtidos, organizar as informações de forma estruturada e alocar outras informações relevantes coletadas (IDEO, 2015). Desta forma, permite ter uma visão mais abrangente do problema analisado e fazer um fechamento da fase de empatia.

As demandas coletadas na Entrevista Empática, devem ser transcritas e a interpretação das informações devem expressar a necessidade em termos de “o que” fazer, utilizando sentenças positivas, em frases claras e completas, agrupadas por semelhança, gerando blocos, organizados e agrupados por similaridade, e eliminando ideias redundantes. A análise deve buscar identificar categorias temáticas e padrões, organizando as informações com o objetivo de ter uma visão mais abrangente do problema (CAVALCANTI e FILATRO, 2016).

Assim, com base nas respostas, os pontos levantados durante a Entrevista Empática foram categorizados, mostrando a visão dos professores sobre a situação atual e futura das disciplinas de expressão gráfica na UFRGS.

Desta forma, essas demandas, posteriormente, devem ser convertidas em *insights*, para, a partir desta análise, serem elaboradas perguntas do tipo “Como podemos...?” que estimularam o processo da etapa seguinte – Elaboração – onde são projetadas as soluções (IDEO, 2015).

Conforme Cavalcanti e Filatro (2016), essas perguntas devem se basear na análise dos dados coletados na etapa de compreensão do problema e ter o potencial para estimular a criação de soluções durante o *brainstorming*. Devem ser curtas e claras - para que sejam geradas respostas objetivas – e devem evitar conter a “solução” para o problema, abrindo assim uma janela maior de possibilidades. Devem também buscar criar um modelo mental que sugira possibilidades e traga aspectos da definição do problema (IDEO, 2015). Assim, para sua elaboração buscou-se traduzir *insights* em oportunidades, vislumbrando possibilidades futuras.

4.3.5 Projeto Participativo: *Brainstorming* e Escolha das melhores ideias

O Projeto Participativo foi o instrumento escolhido para aplicação na etapa de Elaboração, auxiliando o grupo de professores a projetar soluções para o problema analisado de forma colaborativa, e é composto por uma etapa de *Brainstorming* e posterior escolha das melhores ideias.

Nessa etapa é importante a participação das pessoas diretamente envolvidas - pois isso ajudará a geração de ideias centradas no desejo das partes interessadas - e que tenham também poder de decisão, pois mais adiante, a solução proposta será implementada em suas turmas. Assim, o grupo foi composto por seis professores que ministram as disciplinas em questão, e que participaram da Entrevista Empática na etapa anterior.

O *brainstorming* é uma dinâmica de grupo usada para a criação e categorização conjunta de ideias visando solucionar um problema ou criar algo novo. Busca coletar o pensamento coletivo do grupo, fazendo com que os membros interajam, se escutem e construam ideias sobre as ideias dos outros (D.SCHOOL, 2018).

Para a seção de *brainstorming* deve-se selecionar de 3 a 5 perguntas “Como podemos...?” que mais estimulem a criação de soluções inovadoras. A seção deve ter duração de 1 a 2 horas, deve ser gravada e as ideias anotadas, deve ocorrer em ambiente adequado para acomodar as pessoas em círculo, em que todos tenham acesso aos materiais para anotações e condições de visualizar as soluções propostas pelos outros participantes (IDEO, 2015).

O líder do projeto deve estar preparado para explicar o problema e orientar o grupo na geração de ideias na direção pretendida (BAXTER, 1998) – papel realizado pela pesquisadora. Inicialmente o líder deve apresentar as regras do *brainstorming* aos participantes, que Cavalcanti e Filatro (2016) exemplificam como: incentivar a geração de ideias; evitar julgar as ideias levantadas por outras pessoas; construir novas ideias a partir das ideias sugeridas por outras pessoas; focar em soluções que resolvam o problema identificado nas etapas anteriores, considerando as perspectivas das partes interessadas; e produzir grande quantidade de ideias. Tschimmel *et al.* (2017) acrescentam ainda que todas as ideias são bem-vindas, que se deve pensar em perspectivas extremas e controlar os julgamentos. E destacam que a regra mais importante desta ferramenta é que as ideias pertencem ao grupo.

Para iniciar o *brainstorming*, o líder do projeto apresenta a primeira questão (das 3 a 5 preparadas anteriormente e que começam com “Como podemos...?”), cada integrante do grupo deve anotar sua resposta individualmente (em *post-it* por exemplo), por alguns minutos, focando nas possíveis soluções para o problema, neste momento o enfoque está na quantidade e não na qualidade das soluções. Cada ideia deve ser anotada em um *post-it* separado, o tempo deve ser o suficiente para que cada pessoa possa esgotar sua própria capacidade de criação (de 5 a 10 minutos).

Após os participantes compartilham suas ideias, as respostas semelhantes ou complementares devem ser agrupadas, associando ideias que se complementam ou ainda que melhorem outra (assim ocorre a cocriação) e sirvam de inspiração para os outros participantes. Este processo deve repetir-se até que todas as questões preparadas para o *brainstorming* sejam respondidas.

Como aspectos importantes desta estratégia, Baxter (1998) destaca que a qualidade das ideias depende de uma boa preparação (considerando todos os aspectos pertinentes ao problema), e que o importante nesta fase é a quantidade de ideias, gerada de forma livre de julgamentos, pois a qualidade da solução dependerá da quantidade de ideias geradas, aumentando assim as chances de se selecionar uma boa ideia. Segundo o autor, as ideias iniciais geralmente são mais óbvias e aquelas melhores e mais criativas costumam aparecer na parte final da seção.

Depois desta fase divergente de *brainstorming* é necessário implementar uma fase convergente, em que as ideias serão classificadas e agrupadas. Dessa forma, após a seção de *brainstorming*, os participantes devem selecionar as melhores ideias para que sejam prototipadas na etapa seguinte. Esta fase de escolhas deve ter duração de 30 a 40 minutos.

O líder do projeto deve orientar os participantes a explorarem as semelhanças, diferenças, inter-relações, e ordenar as ideias em categorias, buscando relações entre elas, esses grupos de ideias devem ser nomeados ou intitulados. E o grupo de professores define os critérios de seleção das alternativas, levando em consideração como justificativas os prós e contras, as virtudes e fraquezas, a fim de que a decisão seja baseada em critérios técnicos.

Através desses critérios é criada uma Matriz de seleção, onde o grupo dará notas para cada um deles, possibilitando assim que no final se identifiquem as alternativas preferidas do

grupo, para que sejam prototipadas e testadas na próxima etapa. Além disso, as notas em cada critério possibilitam identificar as barreiras, desafios e oportunidades de cada alternativa (BACK *et al.*, 2008). Cavalcanti e Filatro (2016), destacam a importância de selecionar as ideias que mais entusiasma ou intrigam o grupo, mesmo as de difícil implementação, ou pouco viáveis, pois podem conter aspectos úteis e significativos.

4.3.6 Prototipagem e Teste do protótipo

Para aplicar essa ferramenta o líder do projeto deve reunir os professores (mesmos do Projeto Participativo) e orientá-los a elaborar protótipos para as soluções de atividades propostas. Cavalcanti e Filatro (2016) recomendam que esta etapa seja realizada como continuidade da mesma reunião, e deverá ter duração de 1 a 2 horas.

Como mencionado anteriormente, os protótipos não precisam ser um objeto físico, mas devem representar visualmente as soluções projetadas. Para este projeto, o protótipo pode ser apresentado na forma de desenhos, que descrevem graficamente um processo (como os *storyboards*), ou diagramas, esquemas e fluxogramas, que permitem a visualização do processo, das suas etapas etc. Eles objetivam desenvolver o entendimento profundo do significado da ideia e criar um diálogo interno entre os membros de grupo sobre como o conceito funciona (IDEO, 2015).

Assim, para auxiliar o desenvolvimento do protótipo da atividade escolhida para este trabalho foram consideradas as orientações do Planejador de aulas para a aprendizagem significativa em GD de Grassi (2022), desenvolvido em sua tese de doutorado (PGDesign/UFRGS), onde propôs um artefato digital a partir do design centrado no usuário.

Seu protótipo de planejador de aulas (desenvolvido como um formulário do *google forms*), permite ao docente organizar as informações sobre aspectos gerais (nome da aula, conteúdos trabalhados, infraestrutura e tempo disponíveis), assim como, permite refletir sobre o objetivo da aula e o que espera que os alunos sejam capazes de realizar ao seu final (lembrar, entender, analisar, aplicar, avaliar e criar), orientando assim sua estratégia. Permite também refletir sobre o público-alvo e seus conhecimentos prévios, possibilitando a criação de estratégias diferenciadas, personalizadas e simplificadas ao contexto de cada estudante (GRASSI, 2022).

Após o preenchimento das informações iniciais, o professor é orientado a planejar uma sequência de atividades que inicialmente, aplique os conhecimentos prévios do aluno, para entender o que ele sabe sobre o assunto, e oportunizar que os externalize. Segundo Grassi (2022), o professor detalha a atividade e o que irá observar nessa prática – “observáveis” tangíveis (evidências ou indicadores de aprendizagem) – que o auxiliem a entender se o aluno está aprendendo e alcançando os objetivos ou não.

As demais fases continuam com o planejamento das estratégias sempre num crescente, considerando o nível de informações e de dificuldades, como, por exemplo, a proposição de uma atividade de nível introdutório, uma situação problema com aspectos mais amplos, em seguida uma com aspectos mais complexos, e uma com aspectos integradores, que permitam realizar novas conexões. Sempre em cada fase o professor é orientado a descrever a atividade e definir os observáveis (indicadores de aprendizagem) (GRASSI, 2022).

Cavalcanti e Filatro (2016) salientam que a prototipagem pode ocorrer em vários ciclos, e que é comum que o protótipo precise ser testado e readequado algumas vezes antes que a solução proposta seja amadurecida e pronta para ser implementada.

Ainda na etapa de prototipagem deve-se realizar o teste do(s) protótipo(s) para verificar a relevância das ideias escolhidas. Nesta etapa, 4 professores das disciplinas de expressão gráfica, participantes da fase de geração de soluções, devem testar as ideias prototipadas colocando em prática a atividade em suas disciplinas. Este teste fornece subsídios para que as soluções sejam aperfeiçoadas a partir de uma compreensão mais aprofundada do problema e das necessidades dos envolvidos. Servindo então para aprimorar e refinar as soluções, verificar se são adequadas, praticar a empatia, revelando se os desejos das partes interessadas foram contemplados no protótipo, refinando novamente o problema.

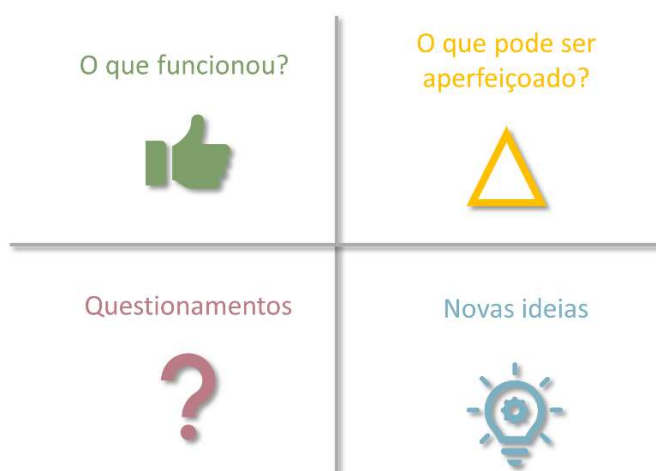
4.3.7 Matriz de *feedback*

Esta estratégia tem como objetivo organizar o que as partes interessadas têm a dizer sobre os protótipos testados, sistematizando os dados (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). Assim, ao final do teste, as impressões coletadas são anotadas em uma matriz, dividida em quatro campos, que avaliam diferentes aspectos do protótipo (Figura 20): os aspectos positivos, ou o que funcionou, as críticas positivas, ou seja, o que pode ser aperfeiçoado, assim como as

dúvidas e sugestões de ideias que surgiram durante a apresentação / aplicação do protótipo (D.SCHOOL, 2018).

Neste caso, como o protótipo deve ser testado pelos professores que participaram das etapas de Projeto Participativo e Prototipagem, esta matriz pode ser preenchida na medida que as atividades são testadas pelo grupo de professores em suas disciplinas. O líder do projeto pode assistir a essas aulas, anotar as observações e posteriormente completar os campos do quadro, ou pode pedir que os próprios professores escrevam suas considerações diretamente em cada campo da matriz.

Figura 20 – Matriz de *Feedback*



Fonte: adaptado de D.Scholl (2018)

Com isso é possível entender mais profundamente as necessidades e expectativas do das partes interessadas e conhecer novos aspectos do contexto analisado. Permitindo também analisar os protótipos segundo as lentes do HCD (desejo, praticabilidade e viabilidade), facilitando a definição das soluções que serão implementadas. Como destacado anteriormente, podem ser necessárias algumas rodadas de testes e adaptações antes de a solução proposta estar amadurecida e pronta para ser implementada de forma corrente.

4.3.8 Plano do projeto piloto

Esta ferramenta faz parte da etapa de Implementação da solução proposta e testada nas etapas anteriores, que precisa estar madura e pronta para ser colocada em prática. Ela considera os aspectos relevantes para a implementação das soluções, planejando um plano

de aplicação que especifique o que precisa ser feito para que a opção seja testada, ajustada e avaliada antes de ser completamente implementada (CAVALCANTI e FILATRO, 2016).

No HCD, conforme o kit de ferramentas IDEO (2015), as fases de projetar e avaliar caminham juntas, exigindo atenção aos efeitos que as soluções têm sobre a vida das pessoas. Durante a implementação da solução, o aprendizado sobre seu desempenho é constante. Assim, em vez de considerar a implementação como o ponto onde o projeto termina e as atividades de monitoramento e avaliação começam, é necessário continuar a coletar opiniões dos usuários, pois essas informações ajudarão a iterar as ideias e torná-las mais efetivas e apropriadas, monitorando também indicadores e resultados (IDEO, 2015).

Desta forma o Plano do Projeto piloto tem como objetivo planejar a aplicação da atividade, sendo constituído por uma etapa de planejamento e outra de avaliação. A etapa de planejamento é a mais importante para a elaboração de atividades de ensino e aprendizagem (BRUNO, 2011), nesta etapa deve-se considerar os recursos necessários, a divisão de tarefas entre os envolvidos e como será realizada a medição do seu sucesso, e, na etapa de avaliação, considera-se quais foram as principais aprendizagens do grupo durante a implementação, se teve êxito ou não, quais foram os desafios enfrentados, e se as soluções encontradas ainda precisam de adequações (CAVALCANTI e FILATRO, 2016). As autoras propõem o preenchimento de dois formulários (no formato de quadros), respondendo algumas questões sobre esses aspectos, permitindo que se faça uma reflexão sobre a experiência.

Neste trabalho, a implementação completa da atividade não será possível devido à limitação de tempo dentro de um projeto de doutorado, já que essa etapa exige a aplicação da atividade por mais 2 ou 3 semestres para que todos os ajustes sejam feitos. No entanto, com base nas observações registradas na Matriz de Feedback, que contém as opiniões dos professores após o teste da atividade em suas turmas, já é possível propor alguns ajustes.

Ao final, como resultado da aplicação destas ferramentas foram propostas diretrizes para elaboração de atividade interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS, as quais são apresentadas no Capítulo 6 .

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados e a análise dos dados de cada uma das etapas da aplicação do *Design Thinking* nesta pesquisa, relacionando-os às ferramentas e os critérios utilizados para coleta, já descritos no capítulo anterior.

5.1 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EMPATIA

Conforme detalhado no Capítulo 4, na etapa de Empatia, foram aplicadas como ferramentas neste estudo, a **Coleta de dados documental**, o **Mapa de Empatia** do aluno e a **Entrevista Empática** com os professores, conforme descrito e detalhado a seguir.

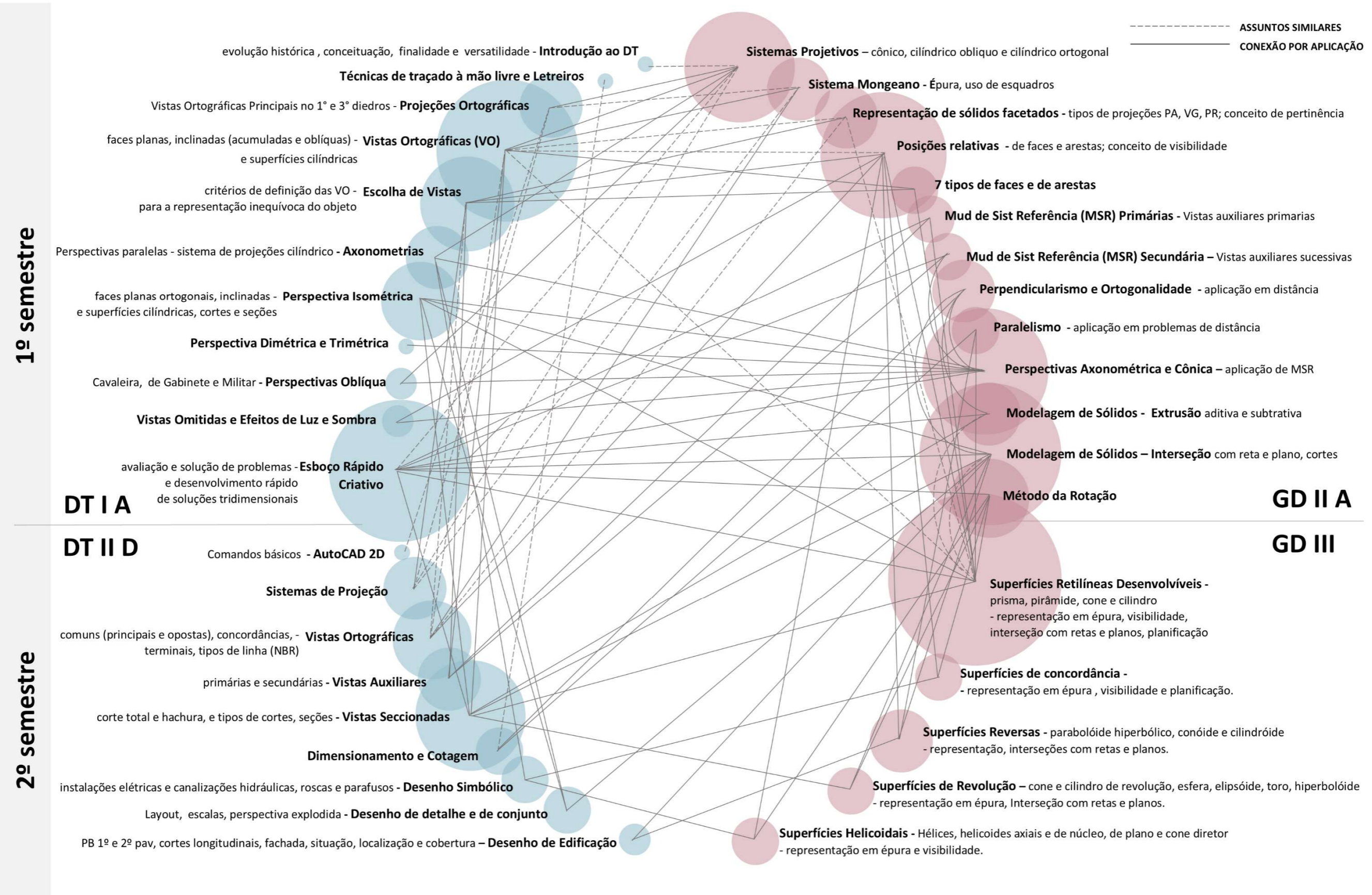
5.1.1 Coleta de dados documental

Através da análise dos planos de ensino das disciplinas e respectivos cronogramas utilizados pelos professores foi possível identificar e listar todos os conteúdos explorados em cada uma delas (Geometria Descritiva IIA, Geometria Descritiva III, Desenho Técnico IA e Desenho Técnico IID), possibilitando avaliar em que momento do semestre eles são abordados.

Após essa análise, foi construído um gráfico circular listando os assuntos de cada disciplina. Esse gráfico foi entregue a vários professores de expressão gráfica do DEG para que conectassem os assuntos conforme sua experiência e visão. Ao todo, 10 professores colaboraram com a pesquisa preenchendo o gráfico, foram 4 professores de Desenho Técnico e 6 professores de Geometria Descritiva.

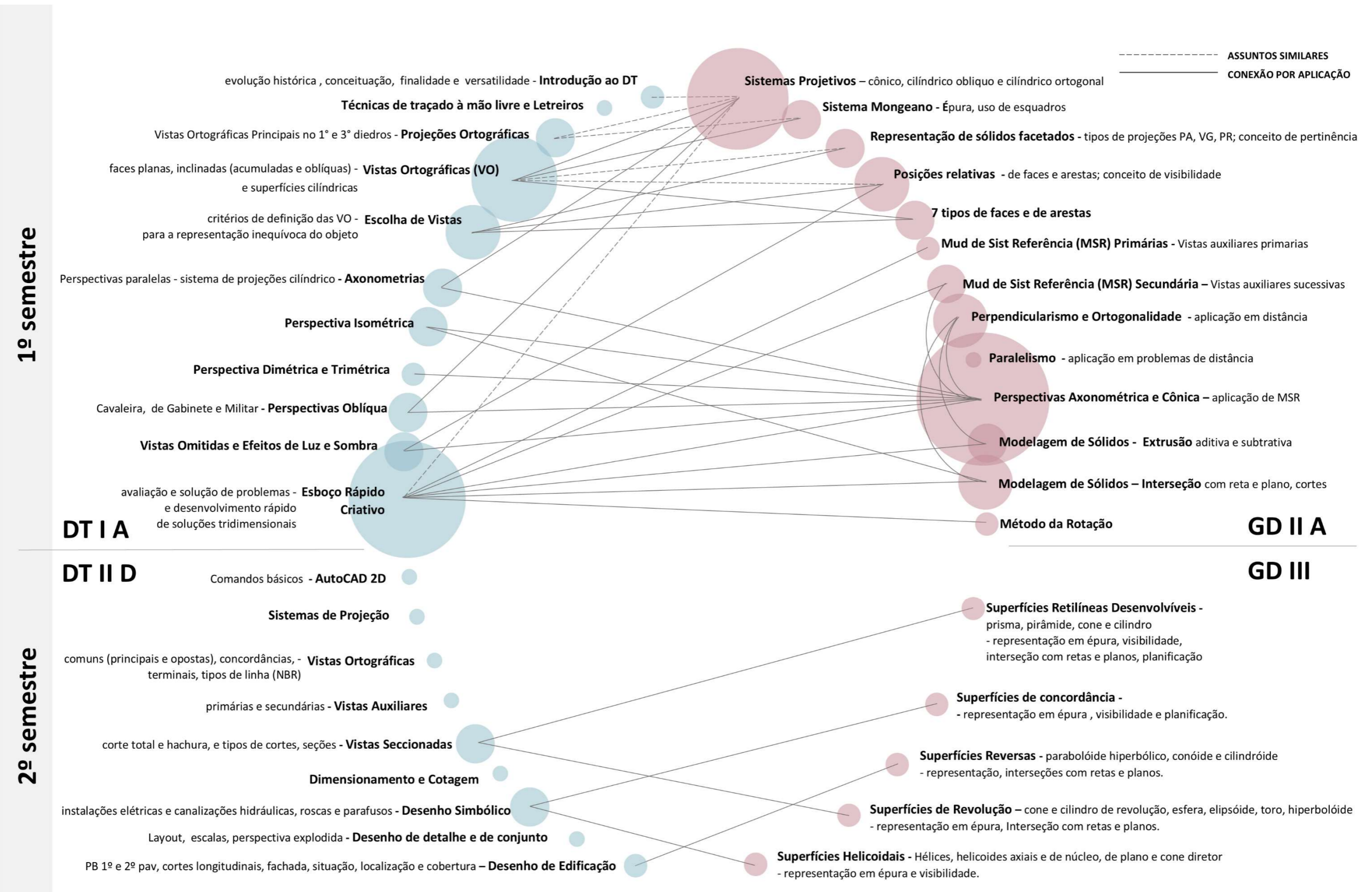
A Figura 21 apresenta, na forma de um gráfico circular, uma visão geral das conexões, encontradas pelos professores, entre os assuntos abordados nas 4 disciplinas oferecidas ao curso de Engenharia Civil, sendo que DT IA e GD IIA (no primeiro semestre) e DT IID e GD III (no segundo semestre). E a Figura 22 apresenta as conexões entre os assuntos das disciplinas que ocorrem no mesmo semestre (desconsiderando as conexões entre os assuntos de semestres diferentes). Nas duas figuras, o tamanho das circunferências corresponde ao número de conexões que aquele assunto apresenta.

Figura 21 – Conexões dos assuntos das disciplinas de expressão gráfica - Visão geral dos professores.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Figura 22 – Conexões dos assuntos das disciplinas do 1º e das disciplinas do 2º semestre.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Analisando o primeiro gráfico (Figura 21), observa-se que alguns assuntos se destacam pelo número de relações / conexões com outros assuntos, da mesma ou de outra disciplina. Ao identificar essas relações / conexões os professores levaram em consideração se os assuntos se relacionam por similaridade ou por envolverem conhecimentos que podem ser aplicados. Nela também é possível visualizar quais assuntos se destacam com mais conexões, alcançando assim o objetivo de identificar quais seriam possíveis de se trabalhar de forma encadeada, interligando e integrando as disciplinas.

Na disciplina de Desenho Técnico IA destacam-se, como assuntos mais conectados, as **Vistas Ortográficas** e o **Esboço Rápido Criativo**, e no Desenho Técnico IID as **Vistas Ortográficas** e as **Seccionadas**. Na Geometria Descritiva IIA destacam-se com maior número de conexões, as **Posições Relativas (paralelismo e perpendicularismo)**, a **Perspectiva Axonométrica** e a **Modelagem de Sólidos por Interseções**, e na Geometria Descritiva III, as **Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis**.

Já a Figura 22, que apresenta as conexões entre os assuntos das disciplinas que ocorrem no mesmo semestre, permite uma análise que viabiliza a interdisciplinaridade - pois as disciplinas ocorrem de forma concomitante - e leva em consideração que a maioria dos alunos está matriculada nas duas disciplinas oferecidas. Neste caso, observa-se que o DT IA e a GD IIA apresentam mais possibilidades de conexões entre os assuntos.

Esses gráficos circulares, com as conexões entre as disciplinas, juntamente com o Mapa de Empatia do aluno e as perguntas “Como Podemos...?” - elaboradas a partir da Análise dos dados coletados na Entrevista Empática, sobre o cenário atual e futuro das disciplinas de expressão gráfica - foram utilizados para alimentar as discussões da próxima etapa - de Geração de Ideias - onde os professores desenvolveram propostas de atividades que oportunizem a interdisciplinaridade e o exercício de habilidades técnicas e atitudinais.

5.1.2 Mapa de Empatia do aluno

Com o objetivo de compreender o problema também a partir da perspectiva do aluno, o Mapa de Empatia foi elaborado a partir das respostas dadas pelos alunos de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS ao questionário *on-line* (Apêndice II).

A partir de um *QR-code*, projetado no quadro, os alunos puderam acessar o questionário em seus próprios celulares, porém deveriam inicialmente, ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I) e dar o aceite. A aplicação desta ferramenta teve duração

aproximada de 10 a 15 minutos e foi realizada, em acordo com o professor, no final de uma aula. Foi considerado também o tempo para que os alunos pudessem esclarecer quaisquer dúvidas quanto ao TCLE ou quanto às perguntas.

Ao todo **78 alunos** responderam ao questionário, de um total de **135 alunos** de Engenharia Civil matriculados nas turmas de expressão gráfica. Foi possível calcular um erro amostral (E_o) de 7,3%, isto é, o erro nos percentuais das respostas dadas ao questionário.

Para tanto, foi necessário inicialmente calcular a primeira aproximação (n_o), através da equação: $n = (N \times n_o) / (N + n_o)$

Onde: N – tamanho da população (135 alunos)
 n – tamanho da amostra (78 alunos)
 n_o – primeira aproximação

Em seguida, com o valor da n_o (184,7), calculou-se o valor do erro amostral, através da equação: $n_o = 1 / (E_o)^2$

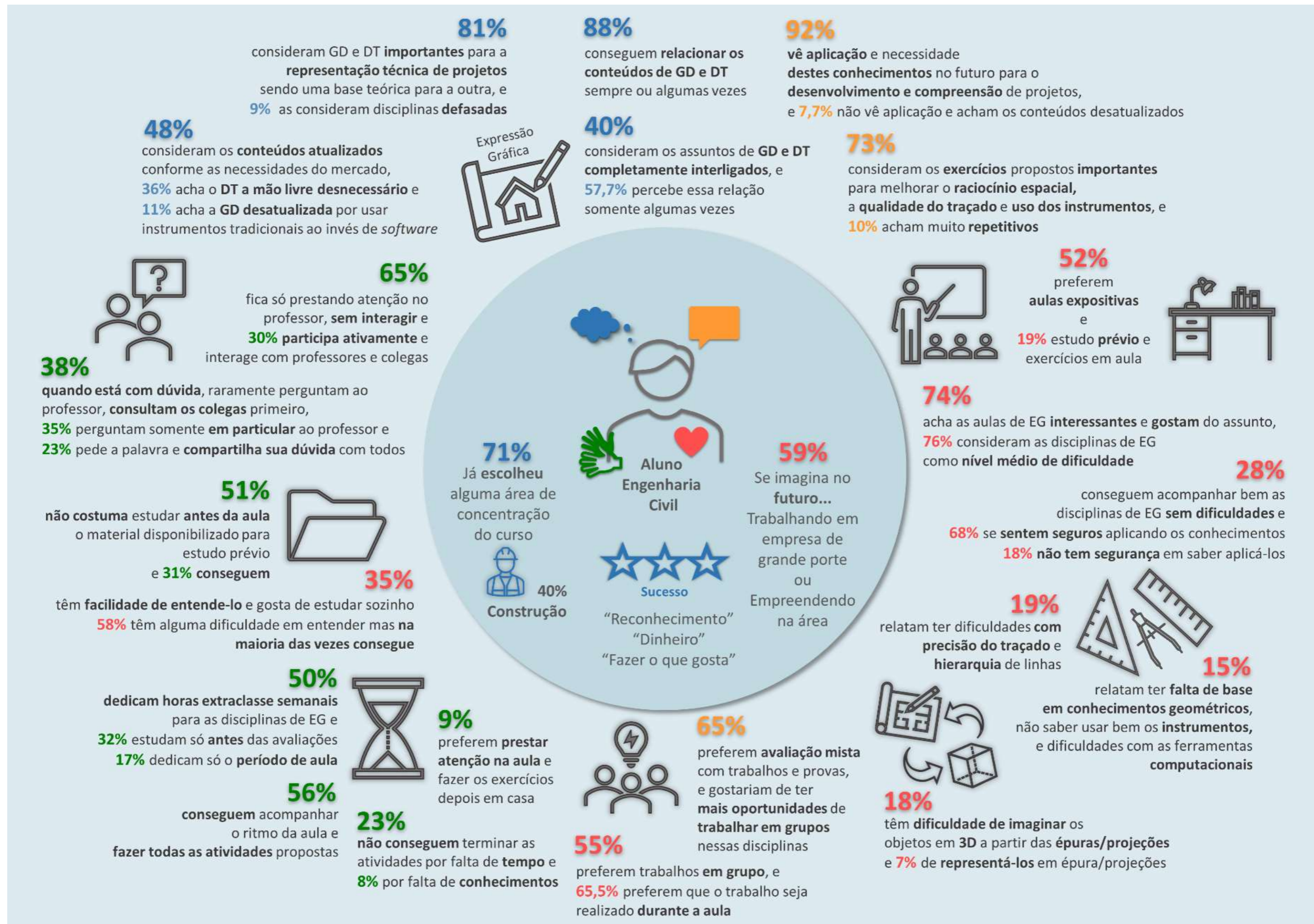
Levando em consideração que os alunos responderam de forma voluntária, e que alguns não estavam presentes no momento de aplicação do questionário, o resultado obtido é considerado satisfatório para concluir sobre as tendências de comportamento e pensamento dos alunos. Assim, a partir das respostas foi elaborado o Mapa de Empatia do aluno de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS, apresentado na Figura 23.

Analisando as respostas, com reação às disciplinas de expressão gráfica 81% dos alunos responderam que consideram GD e DT importantes para a representação técnica de projetos, a grande maioria (92%) percebe a aplicação destes conhecimentos no futuro profissional, para o desenvolvimento e compreensão de projetos, porém 7,7% não percebe a aplicação.

Menos da metade dos alunos (40%) consideram que os assuntos de GD e DT estão completamente interligados e que uma disciplina dá base teórica para a outra, porém 57,7% percebem essa relação somente algumas vezes.

Sobre os conteúdos abordados, 48% os consideram atualizados, mas 36% acham o DT (a mão livre) desnecessário, e 11% acham a GD desatualizada, por usar instrumentos tradicionais de desenho ao invés de *software*. Este pensamento indica a necessidade de apresentar o conteúdo de forma contextualizada, e de usar exemplos práticos e projetos nessas disciplinas, mostrando sua utilidade.

Figura 23 – Mapa de Empatia do aluno de expressão gráfica



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Sobre as metodologias utilizadas, as respostas indicaram que 52% dos alunos preferem aulas expositivas em que o aluno participa e pergunta, 27% preferem realizar trabalhos em grupo durante a aula, e apenas 19% preferem receber material para estudo prévio e aplicar em exercícios em aula. Mais da metade dos alunos (51%) não costumam olhar esse material e esperam para ouvir o professor em aula, 35% dizem ter facilidade de entendê-lo e 58% dizem ter alguma dificuldade, mas na maioria das vezes consegue.

Os alunos consideram importante fazer os exercícios que são propostos pois ajudam no desenvolvimento do raciocínio espacial (43%), melhoram a qualidade do traçado e a destreza no uso dos instrumentos (30%), preparam bem o aluno para as avaliações (15%), porém, 10% os acham muito repetitivos.

Quando perguntados sobre as avaliações, 65% preferem avaliações mistas, compostas por trabalhos e provas, e 28% preferem avaliações somente por trabalhos. Um número expressivo de alunos (65%) disse que gostariam de ter mais oportunidades de trabalhar em grupos nessas disciplinas. E, quando perguntado sobre trabalhar em grupo ou individualmente, 55% preferem fazer trabalhos em grupo, e 65,5% preferem realizar os trabalhos durante a aula.

Metade dos alunos (50%) dizem dedicar tempo extraclasse semanal para fazer as atividades das disciplinas de expressão gráfica, 32% dizem que estudam o conteúdo somente antes das avaliações, e 17% dedicam somente o período de aula.

Estas respostas indicam que existe uma resistência dos alunos em estudar um material disponibilizado previamente (o que possibilitaria a aplicação de sala de aula invertida), isso pode ocorrer porque apresentam alguma dificuldade em compreender o material (58%), ou também porque não estejam habituados a esse formato de atividade. Porém, observa-se também que há abertura para aplicar atividades que oportunizem mais interação entre os alunos, para que desenvolvam ou exercitem habilidades de comunicação, colaboração, pensamento crítico etc.

Nas perguntas sobre seu comportamento em aula, 65% dos alunos responderam que ficam só prestando atenção na explicação do professor, sem interagir, 30% dizem participar ativamente interagindo com o professor e colegas, e uma pequena parcela (5%) diz que se distrai com outra atividade e não consegue prestar atenção na aula.

Em caso de dúvidas, 38% dizem que raramente perguntam ao professor e preferem consultar os colegas primeiro, 35% dizem que esperam uma oportunidade e perguntam somente em particular ao professor, e 23% dizem que pedem a palavra e compartilham sua dúvida com

todos. Estas respostas demonstram um comportamento bastante tradicional dos alunos, representando o formato que vivenciaram e que compreendem o momento de sala de aula, adicionando mais um desafio ao professor universitário, o de desconstruir o modelo convencional de aula expositiva.

Quando perguntado sobre o ritmo da aula, 56% dizem conseguir acompanhar e fazer todas as atividades propostas, 23% não conseguem terminar as atividades por falta de tempo e 8% por falta de conhecimentos, e ainda, 9% dizem preferir prestar atenção na aula e fazer os exercícios depois em casa. Essas respostas indicam que existe uma necessidade de se aplicar atividades que sejam adequadas e que os motivem, estimulando maior participação, oportunizando interação entre eles, reflexão, criatividade, autonomia etc.

Grande parte dos alunos (74%), acham as aulas de expressão gráfica interessantes e gostam do assunto, 68% se sentem seguros ao aplicar os conhecimentos, 76% consideram que as disciplinas de expressão gráfica estão em um nível médio de dificuldade, 14% as consideram fáceis, e 10% as consideram difíceis. Porém pouco mais de um quarto dos alunos (28%) diz conseguir acompanhar bem as disciplinas, sem dificuldades. Dos demais, 18% dizem ter dificuldade em imaginar os objetos 3D a partir das épuras/projeções e 7% de representá-los em épura/projeções, 19% relatam ter dificuldades com precisão do traçado e hierarquia de linhas, e 15% relataram ter falta de base em conhecimentos geométricos, ou não saber usar bem os instrumentos de desenho, ou as ferramentas computacionais. Isso indica que existe diversidade de níveis de conhecimento em um mesmo grupo de alunos, necessitando de oportunidades de nivelamento nos conhecimentos geométricos básicos, além de atividades que desenvolvam e melhorem a visão e raciocínio espacial.

Como mencionado anteriormente, o Mapa de Empatia do aluno também foi utilizado para alimentar as discussões da próxima etapa - de Geração de Ideias.

5.1.3 Entrevista Empática

Na Entrevista Empática compareceram 12 professores do departamento que ministram aulas para os cursos de engenharia da UFRGS, além da pesquisadora (no papel de entrevistadora). A reunião teve duração de 2h e 20 minutos e aconteceu de forma *on-line*.

As perguntas que nortearam as discussões (Quadro 2), juntamente ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I), foram enviadas com antecedência para os participantes, para que refletissem previamente sobre suas disciplinas.

No início da reunião a pesquisadora informou sobre o tempo estimado para a realização da sessão, explicou as regras básicas e a forma de responder as questões, que as respostas seriam registradas através de áudio e notas, e reiterou que toda opinião compartilhada na entrevista seria tratada como anônima, em um relato posterior do entrevistador.

Também apresentou brevemente o tema de sua tese e o desenho da pesquisa, com as ferramentas aplicadas na fase de compreensão do problema, para que os participantes tivessem a ideia do trabalho como um todo e compreendessem o objetivo da entrevista. Durante a entrevista todos os professores tiveram oportunidades de manifestar suas opiniões e relatar suas experiências, e a dinâmica se deu com um professor iniciando a fala e os demais se inscrevendo para falar quando tinham algo a acrescentar.

O relato completo da Entrevista Empática é apresentado no Apêndice III. A seguir será relatado de forma resumida as respostas dadas a cada uma das três perguntas que nortearam a entrevista.

Inicialmente, objetivando saber sobre a expertise dos professores e como procedem atualmente nas suas disciplinas, foi lançada a primeira pergunta: “qual a melhor experiência didática que você teve com a sua disciplina?”

Muitos professores se manifestaram relatando algumas das suas melhores experiências, onde destacam-se a aplicação da **aprendizagem baseada em projetos**, priorizando o protagonismo do aluno com atividades “mão na massa”, através de **trabalho em grupo**. Que, segundo relato do professor, “os alunos ficam empolgados e atraídos por essas atividades, o período de aula termina e eles não vão embora, e isso dá um ótimo retorno de aprendizagem”.

Nas aulas de GD, uso da **abordagem a partir de sólidos** auxilia na **concretização**, fazendo o caminho do raciocínio 3D – 2D, com a utilização de modelos físicos, para abstrair então para as vistas ortográficas, possibilitando a utilização da relação simultânea 2D e 3D, o professor ressalta que a abordagem “traz para o concreto e para prática do projeto, permitindo estabelecer mais conexões por reciprocidade, de forma mais rápida e palpável, reduzindo as dificuldades de interpretação dos objetos”. Nesse sentido, o uso do *software HyperCAL^{3D}*, também foi destacado como auxiliar aos alunos na realização e entendimento dos exercícios, e ao professor na hora de projetar a tarefa, assim como o uso de **material empírico-concreto** como peças de “lego”, ou blocos.

Outra participante utiliza **bonificação** com pontos extra àqueles que responderem primeiro e corretamente, sobre vídeos dos assuntos da aula disponibilizados com antecedência, estimulando

assim que os assistam antes. Ela relata que “os alunos disputam para responder”, que esta prática “estimula a responderem e participarem da aula”, “melhorado a dinâmica, e sobrando mais tempo para os exercícios e assessoramento”. Também bonifica alunos que entregam exercícios extra, estimulando-os a estudarem para as provas, “quem faz, tem bom rendimento nas avaliações” e relata que essa prática tem tido boa aceitação entre os alunos.

Alguns professores relataram realizar **simulados** antes das provas, com exercícios similares, que são corrigidos e discutidos com a turma no quadro, segundo um dos professores, em função desta experiência “muitos alunos se saem bem na prova”.

No DT, há alguns anos foi incorporada uma terceira etapa (no final da disciplina), chamada “**Esboço Rápido Criativo**”, devido a uma necessidade ou demanda, segundo o professor, de que “a **utilização prática** dos conhecimentos não estava clara para o aluno”. O professor explica que “nela o aluno é exposto a um problema formal, e tem que criar um objeto novo”, “o aluno precisa utilizar as ferramentas que aprendeu na disciplina, através da técnica do *sketch*, e, a partir da alternativa escolhida, parte para o desenho formal das vistas do objeto criado”, assim “o aluno é provocado a colocar em prática e entender a utilidade do que estudou”.

Também foi relatada a tentativa de buscar **exemplificar a aplicação** dos assuntos abordados no desenho a mão livre, e que “os alunos valorizam quando o professor fundamenta a aplicação dos desenhos, validando a disciplina”. **Vídeos das aulas gravadas e animações** também são utilizados por vários professores, pois “ajudam muito os alunos que não têm como pré-requisito o DT I” e aqueles que querem rever o assunto ou faltaram alguma aula.

Em DT II, uma professora costuma mostrar para a turma o **gabarito dos exercícios** já realizados (na semana anterior), comentando os aspectos mais importantes, principais erros que ocorrem, discussões etc., essa estratégia, segundo ela, “tem funcionado bem para esclarecer as dúvidas”. Também foi apontada como uma boa prática a **realização de exercícios de forma coletiva** onde o desenho do objeto vai sendo projetado no quadro. A professora explica que “alunos voluntários vão até o quadro e são desafiados a resolver a questão, e os colegas vão discutindo com argumentos técnicos e ajudando a encontrar a solução”.

Buscou-se saber também sobre as dificuldades ou empecilhos/obstáculos encontrados pelos professores para implementar uma experiência didática nova nas disciplinas, objetivando saber sobre a disponibilidade a mudanças e sobre as atuais condições oferecidas pela instituição quanto ao espaço físico, equipamentos etc.

Um aspecto que se destacou foi a **mudança no perfil do aluno**, os professores relataram que apresentam baixo nível de abstração, estão “mais dispersivos, menos dedicados e muito imaturos” e apresentam pouco tempo de foco de atenção. E ainda que, de forma cada vez mais frequente, “recebem o aluno analfabeto em geometria, que não sabe o que são paralelas, perpendiculares, ou o conceito de tangência”, por falta de conhecimentos prévios em assuntos antes trabalhados no Ensino Médio. Destacaram que a **falta de base** dos alunos faz com que “o professor precise trabalhar assuntos fora do escopo da disciplina, nivelando a turma para que todos possam acompanhar adequadamente”.

Outros professores destacaram a dificuldade em fazer com que o **aluno se envolva** com a disciplina e com as atividades, “não solicitam assessoramento e não têm interesse em exercitar em sala de aula”, “pouco solicitam a monitoria da disciplina”. Destacam também que “muitos alunos se **matriculam em mais disciplinas** do que conseguem dar conta”, e a “demanda por tempo extraclasse” em algumas disciplinas como o DT II pode ser uma das razões que “ocasionam desistências” e o **esvaziamento das turmas**. Outro aspecto é que hoje, alguns cursos de engenharia não possuem mais como **pré-requisito** o DT I ou GD para cursar o DT II, descaracterizando a formação nas disciplinas de expressão gráfica nos cursos de engenharia.

A tendência de **redução de carga horária** das disciplinas de expressão gráfica nos cursos de engenharia, pelo aumento de conteúdo a ser explorado – inserção de novas tecnologias, conteúdos de base para nivelamento dos conhecimentos etc. - dificultam o aprofundamento dos conhecimentos e exploração de situações ou casos mais complexos, o professor acaba “nivelando por baixo” e “**falta tempo para desenvolver a parte prática**”.

Outro aspecto apontado é referente à avaliação, no DT II ela é realizada através de vários trabalhos, o que é considerado importante para o aprendizado, porém isso implica em **sobrecarga do professor** que “tem dificuldades em corrigir tudo e dar *feedback* ao aluno a tempo”.

A maioria das **turmas de EG são mistas** (com alunos provenientes de cursos de engenharia diferentes) dificultando a utilização de exercícios e exemplos de aplicação, devido as diferentes áreas de atuação. Conforme os professores “fica difícil trazer um exemplo para contextualizar o assunto”, “o professor não consegue atender mais as necessidades do curso”, e “as Comissões de graduação não veem mais a utilidade das nossas disciplinas”. Há exceção das turmas de DT II para Engenharia Civil e para Engenharia Mecânica.

Outros obstáculos apontados são a inexistência de iniciativas de integração / conexão entre as disciplinas de EG e com outras disciplinas do curso, pois “essa **interdisciplinaridade** poderia trazer benefícios para ambas as disciplinas”, e “o próprio professor, que muitas vezes fica na sua zona de conforto e resiste um pouco a realizar mudanças”.

A Entrevista tinha também o objetivo de compreender como os professores veem suas disciplinas sendo ministradas no futuro, quais são os desejos de alterações na metodologia de trabalho e que estratégias pensam aplicar para trazer melhorias de aprendizado.

Neste sentido, os professores identificam a necessidade de dedicar **mais tempo da aula à criação**, que é uma dificuldade que os alunos têm hoje em DT I, e a disponibilização **de monitoria** em sala de aula (para ajudar no assessoramento). Destacam a importância de “proporcionar estratégias de **nivelamento**, para aqueles alunos ingressantes que possuem deficiências de formação em conhecimentos geométricos”, para que entendam a linguagem e acompanhem melhor as aulas.

Além disso, buscar um direcionamento da disciplina de forma que **envolva o aluno nas atividades**, “estudando qual a melhor estratégia para usar os recursos (vídeos produzidos durante o ensino remoto e recursos como *softwares* etc.): quando e como usar?” E que “não é necessário contextualizar todos os assuntos abordados, mas sim, sempre que possível exemplificar a aplicação”.

Ressaltaram também que a abordagem do concreto para o abstrato, **projetos práticos** e atividades “mão na massa” são fundamentais para “vincular a expressão gráfica à prática profissional” daí a importância em “utilizar situações de projeto nas atividades em sala de aula”. Pois, segundo o professor, o projeto geométrico está envolvido em todos os cursos de engenharia, e as atividades em grupo e em equipe são fundamentais para **trabalhar colaborativamente**. Bem como, destacaram a importância de instigar os alunos a ter mais **autonomia** para tomarem decisões no projeto, quando realizam **trabalhos em grupos** sem o auxílio do professor, tomando decisões de forma técnica, “considerando a necessidade de exercitar **competências e habilidades** para o futuro profissional”. Neste sentido, a avaliação mais adequada nessas disciplinas - apontado por um professor como tendência - seria uma “**avaliação processual**”, eliminando as provas como são feitas hoje, substituindo-as, por projetos maiores, distribuídos ao longo do semestre (4 ou 5 projetos).

Para os conteúdos de GD, em breve, conforme relato de um professor, pretende-se que as disciplinas de GDII A e GDIII para o curso de Engenharia Civil sejam unidas em uma disciplina de 4

créditos (nos mesmos moldes da disciplina já oferecida ao curso de Engenharia Mecânica, desde o primeiro semestre de 2023), o que melhoraria o encadeamento dos assuntos, possibilitaria mais a interdisciplinaridade, aumentaria o engajamento e diminuiria a evasão.

Para o futuro, pensam que é necessário “**defender a importância** das nossas disciplinas” com as Comissões de Graduação dos cursos de Engenharia (COMGRADs ENG), mostrando e discutindo a importância dos pré-requisitos. Outro aspecto apontado é a necessidade urgente de um planejamento estratégico para o futuro dessas disciplinas, em função das diretrizes curriculares dos cursos e das competências necessárias, para que essas disciplinas, tão importantes nos currículos de engenharia, não sejam eliminadas. Nesse sentido, um dos pontos cruciais, é que “os professores tenham mais oportunidades de **interagirem** para encontrar os caminhos para a **interdisciplinaridade**, identificando as demandas e conhecendo melhor os cursos, para encaminhar melhor as soluções”. Estabelecendo estratégias para a integração com outras disciplinas, de forma que ambas se beneficiem.

Outro aspecto mencionado que traria um alívio no conteúdo a ser explorado nas disciplinas de DTII é o oferecimento de cursos sobre *softwares* que usam o conceito BIM e CAD, como **atividades de extensão**.

Os professores não comentaram sobre o espaço físico, equipamentos etc., oferecidos pela instituição, porém deram bastante destaque às questões de currículo, como o ordenamento das disciplinas, falta de pré-requisitos, a existência de turmas mistas, dentre outras questões que, na UFRGS, competem às Comissões de Graduação dos cursos (COMGRADs). Hoje as salas de aula, onde ocorrem essas disciplinas, contam com mesas de desenho inclinadas e banquetas altas para os alunos, além de quadro convencional para escrita com giz e projetor multimídia, porém cada professor deve conectar seu aparelho (notebook/tablet/celular) ao projetor para espelhar a tela. O prédio onde acontecem as aulas conta com internet *Wi-Fi* disponível para toda a comunidade da universidade com acesso através de usuário e senha. Já a sala onde ocorre a disciplina de DT II D, é um laboratório com computadores, conta com internet, *software* AutoCAD, projetor multimídia conectado a um computador disponível ao professor, lousa branca e ar-condicionado.

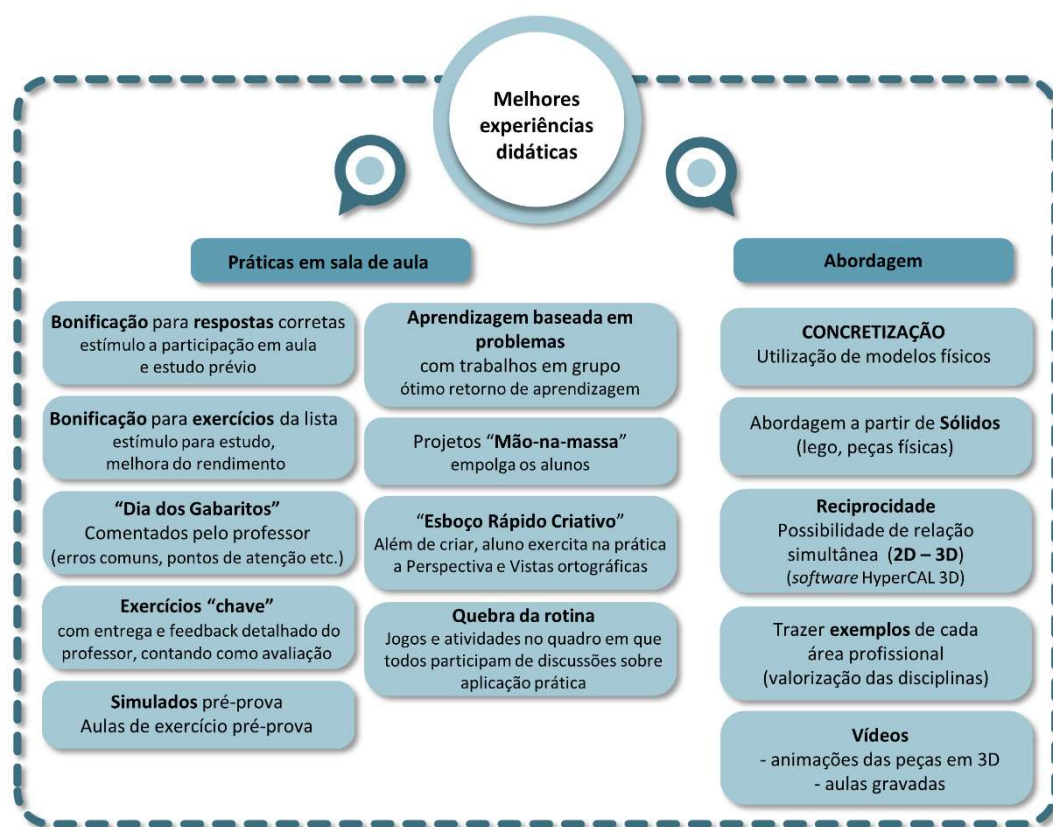
Depois de realizar a entrevista em grupo, os dados coletados foram organizados, transcritos e enviados aos participantes para que pudessem acrescentar contribuições ou solicitar a retirada de algum conteúdo que considerassem inadequado. Posteriormente foram categorizados, alimentando as decisões e análises da etapa seguinte onde parte desses professores participantes da Entrevista Empática se reuniram novamente.

5.1.4 Análise de dados coletados - categorização

A partir dos relatos dos professores durante a Entrevista Empática, foi realizada a análise e categorização dos pontos levantados, agrupados por semelhança, objetivando uma visão mais abrangente do problema analisado, mostrando a visão dos professores sobre a situação atual e futura das disciplinas de expressão gráfica na UFRGS.

As respostas dadas à primeira questão “qual a melhor experiência didática que você teve com a sua disciplina?” buscaram mostrar a expertise dos professores e como procedem atualmente em suas disciplinas. A Figura 24 apresenta um mapa mental das melhores experiências relatadas, agrupando-as quanto às práticas aplicadas em sala de aula e quanto à abordagem utilizada.

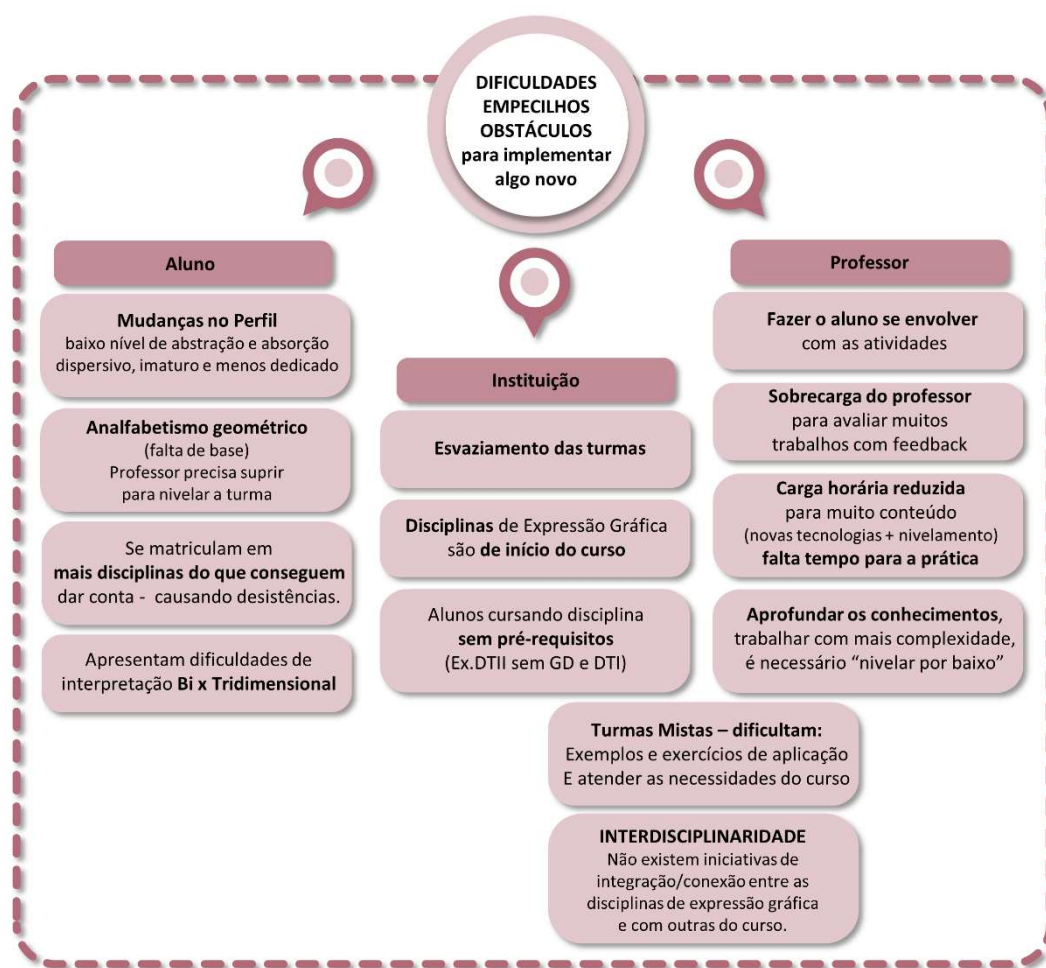
Figura 24– Melhores experiências didáticas relatadas pelos professores na Entrevista Empática.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Sobre as dificuldades ou empecilhos/obstáculos encontrados para implementar uma experiência didática nova nas disciplinas, disponibilidade a mudanças e atuais condições oferecidas pela instituição quanto ao espaço físico, equipamentos etc., a Figura 25 apresenta um mapa mental das respostas dos professores, divididas em três categorias: as dificuldades relativas ao aluno, as relativas ao professor e sua prática em sala de aula, e as referentes à instituição, que, em um primeiro momento, estão fora da alçada do professor (como falta de pré-requisitos, etc.).

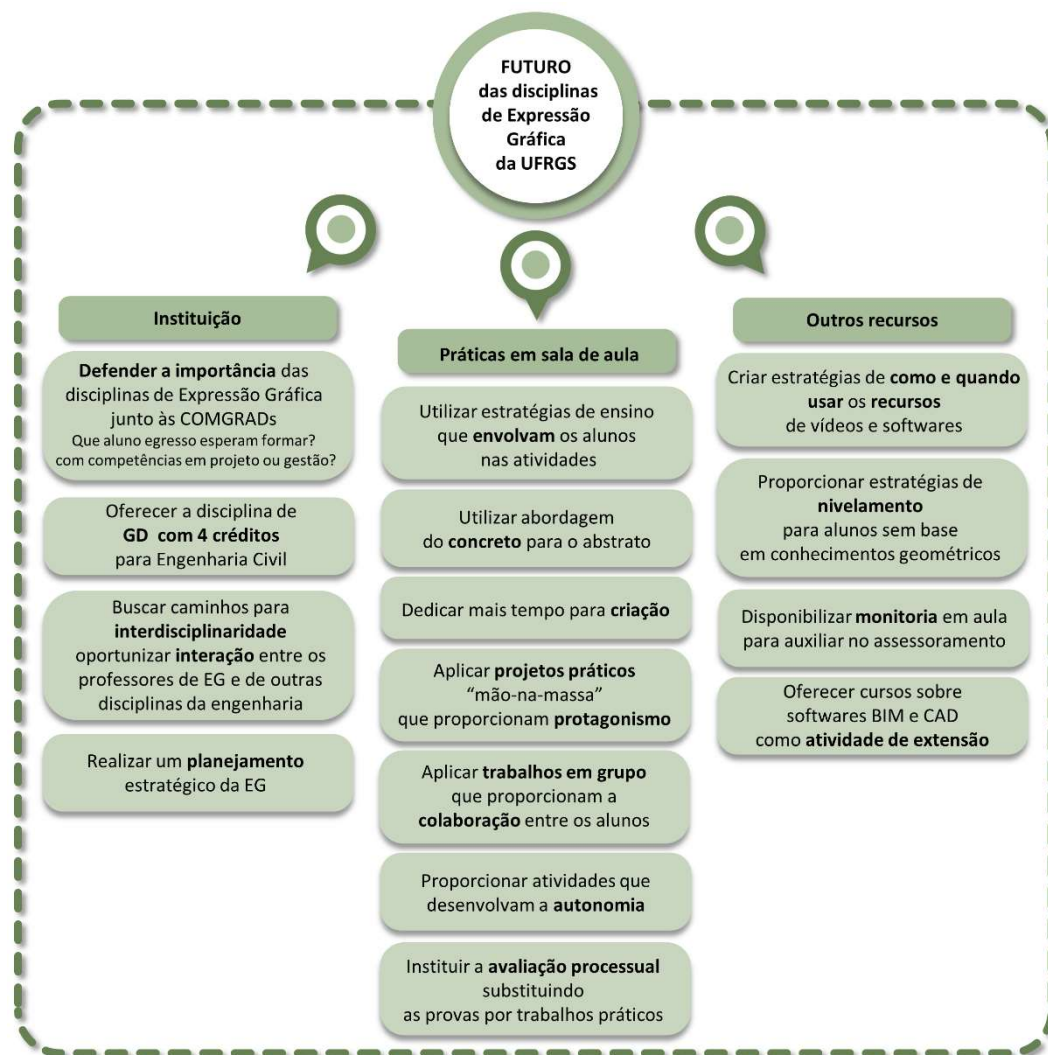
Figura 25 – Dificuldades e obstáculos relatados pelos professores na Entrevista Empática.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

E sobre como os professores veem suas disciplinas sendo ministradas no futuro, quais são os desejos de alterações metodologias de trabalho e que estratégias podem trazer melhorias de aprendizado, a Figura 26 apresenta o mapa mental das respostas, divididas em três categorias: questões que fazem referência às práticas em sala de aula, questões referentes à instituição, e questões referentes outros recursos.

Figura 26 – Visão dos professores sobre o futuro das disciplinas de EG para os cursos de engenharia.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Esses mapas mentais organizaram e categorizaram o que disseram os professores na Entrevista Empática, mostrando sua visão sobre as disciplinas de expressão gráfica, e serviram para obter os *insights* que alimentaram a etapa seguinte de experimentação (geração de ideias).

5.2 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EXPERIMENTAÇÃO – GERAR IDEIAS

A interpretação das informações da Entrevista Empática deve expressar a necessidade em termos de “o que” fazer. Desta forma, os dados categorizados foram, posteriormente, convertidos em *insights*. E assim, a partir da análise desses *insights*, conforme mostra a Figura 27, foram elaboradas perguntas do tipo “**Como podemos...?**” que representam o problema de projeto e serviram como estímulo ao processo da etapa seguinte de Projetar Soluções.

Figura 27 – *Insights* da Entrevista Empática e perguntas “Como podemos?”

Fonte: elaborado pela autora.

Buscaram criar um modelo mental sugerindo possibilidades e trazendo aspectos da definição do problema, traduzindo assim os *insights* em oportunidades, vislumbrando possibilidades futuras. Encerram a etapa de pesquisa do contexto e dos usuários e, desta forma, envolvem aspectos referentes às dificuldades encontradas pelos alunos, as melhores experiências didáticas dos professores e como estes veem suas disciplinas no futuro.

5.3 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE ELABORAÇÃO – PROJETAR SOLUÇÕES

Conforme detalhado no Capítulo 4, para projetar as soluções, foi aplicada a ferramenta **Projeto Participativo**, composto por duas fases: um *Brainstorming* e a escolha das melhores ideias (através de uma Matriz de seleção). A seguir serão detalhados os resultados da aplicação desta ferramenta e a análise realizada.

5.3.1 Projeto Participativo - *Brainstorming*

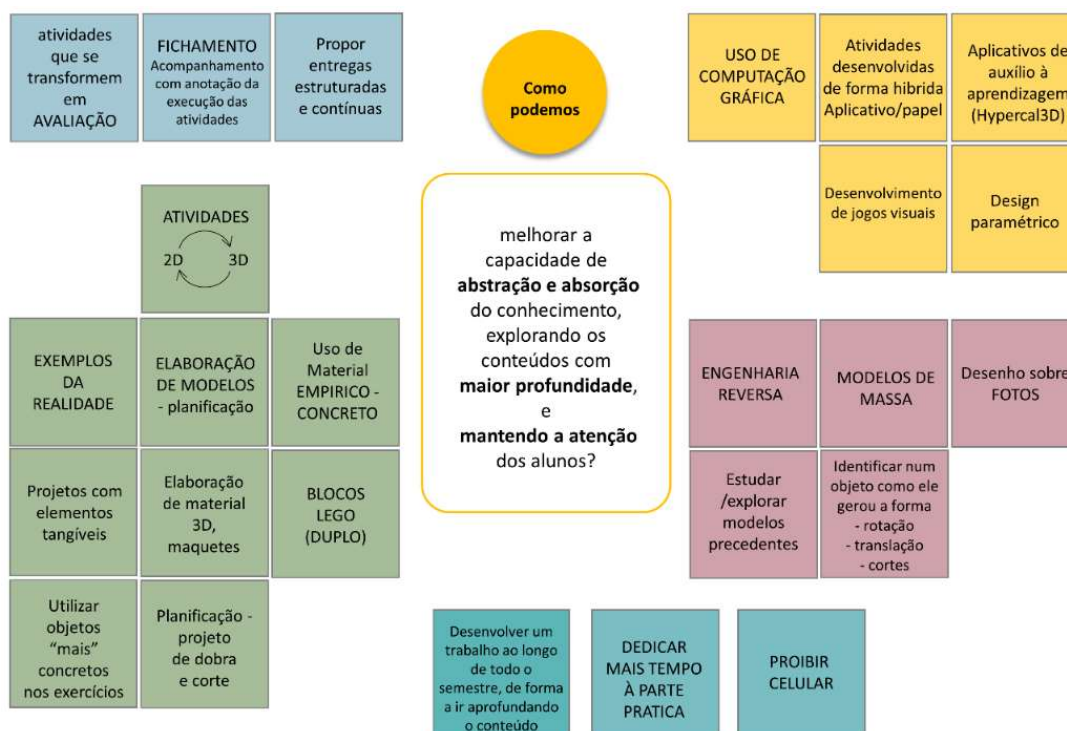
Na fase de preparação da sessão, foram convidados professores das disciplinas de expressão gráfica, que preferencialmente ministram aulas para as turmas do curso de Engenharia Civil no segundo semestre de 2023, pois a atividade seria posteriormente aplicada em suas turmas.

Comparecerem sete professores: três que ministram Geometria Descritiva (GDII e GDIII) e quatro de Desenho Técnico (2 de DT I e 2 de DT II), desses professores, três ministram aulas para turmas da Engenharia Civil. O grupo é composto por professores com diferentes tempos de dedicação às disciplinas: três ministram suas disciplinas há mais de 25 anos na UFRGS, outros três há mais de 10 anos e um há 4 anos, mas com experiência docente em outra instituição.

A reunião ocorreu em uma sala de aula com as cadeiras organizadas em semicírculo, de forma que todos visualizassem as ideias uns dos outros, que iam sendo fixadas no quadro à frente. Os participantes também tinham à disposição o material enviado previamente para o preparo (Mapa de Empatia do aluno, infográfico sobre MA x competências desenvolvidas, mapa de conectividades das disciplinas e perguntas “como podemos...?”), além de ferramentas visuais como *post-its*, canetas coloridas e o quadro para facilitar o processo de anotação, visualização, organização das ideias e compreensão de todos os participantes.

O preparo do *brainstorming* se inicia com uma clara compreensão do problema a ser resolvido, definindo assim o propósito ou foco da sessão. Para tanto, como introdução, foi apresentado o seguinte problema: “Como projetar atividades para as disciplinas de EG oferecidas aos alunos de Engenharia Civil, que oportunizem: a interdisciplinaridade e integração das disciplinas de EG; a colaboração, protagonismo e envolvimento dos alunos; a superação das deficiências em conhecimentos geométricos; a melhoria na interpretação 2D-3D; o aprofundamento dos conhecimentos; melhorias na abstração e absorção dos conhecimentos e que permita explorar mais atividades práticas?”

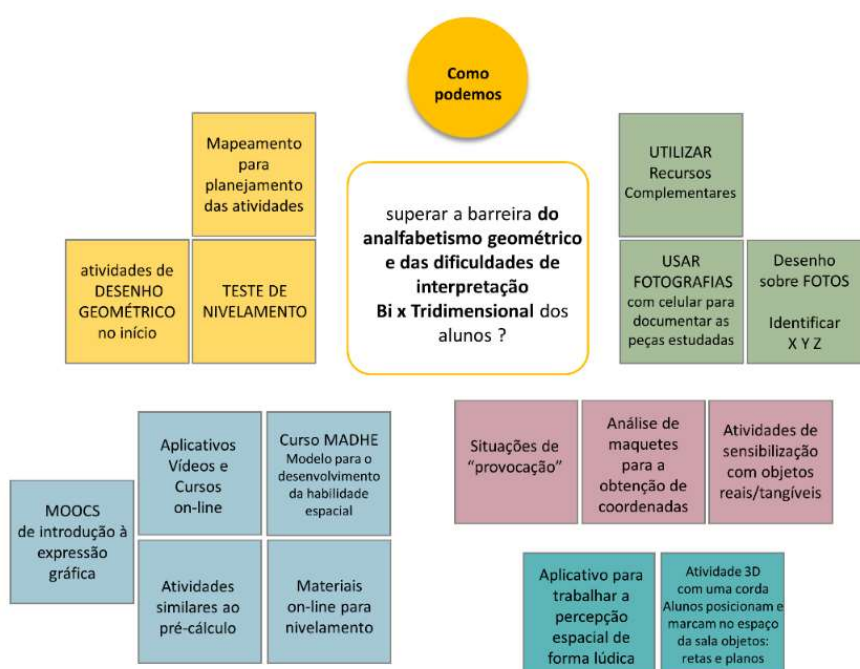
Figura 29 - Soluções propostas pelos participantes para melhorar a capacidade de abstração do conhecimento, explorar os conteúdos com maior profundidade e manter a atenção dos alunos.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

A Figura 30 apresenta as soluções propostas pelos participantes para a segunda pergunta “Como podemos superar a barreira do analfabetismo geométrico e das dificuldades de interpretação Bi x Tridimensional dos alunos?”.

Figura 30 - Soluções para superar a barreira do analfabetismo geométrico e das dificuldades de interpretação Bi x Tridimensional dos alunos, conforme os participantes.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

As ideias foram organizadas em cinco categorias: (i) realizar um mapeamento inicial dos conhecimentos para o planejamento das atividades do semestre, propondo atividades de nivelamento e de desenho geométrico no início do semestre; (ii) uso de recursos complementares (fotos) para documentar as peças e vistas do objeto estudado; (iii) propor situações de “provocação”, para que os alunos busquem na memória ou raciocinem sobre, utilizando maquetes, objetos reais, aplicativos, jogos 3D em sala de aula; e (iv) uso de MOOCS (*Massive Online Open Courses* - abertos e disponíveis na internet) de introdução à expressão gráfica, com atividades de nivelamento e exercício da visão e percepção espacial (como por exemplo o MADHE e aplicativos *on-line*); e (v) aplicativos e jogos para trabalhar a percepção espacial de forma lúdica.

Para a terceira pergunta “Como podemos proporcionar a colaboração, promover o protagonismo e o envolvimento do aluno com as atividades?” as ideias foram organizadas em cinco categorias (Figura 31): (i) trabalhos realizados em grupos, equipes ou duplas, uso de jogos com uma equipe desafiando a outra, com assessoramento cooperativo; (ii) bonificação por entrega; (iii) trabalhos finais com relatório escrito, apresentação para o grupo, ou através de uma exposição (“mostra”); (iv) alteração do layout físico da sala; (v) ter uma abordagem empática.

Figura 31 - Soluções propostas pelos participantes para proporcionar a colaboração, promover o protagonismo e o envolvimento do aluno com as atividades.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Para a quarta pergunta “Como podemos oportunizar mais tempo para as atividades práticas nas disciplinas de EG?” (Figura 32).

Figura 32 - Soluções propostas pelos participantes para oportunizar mais tempo para as atividades práticas nas disciplinas de EG.

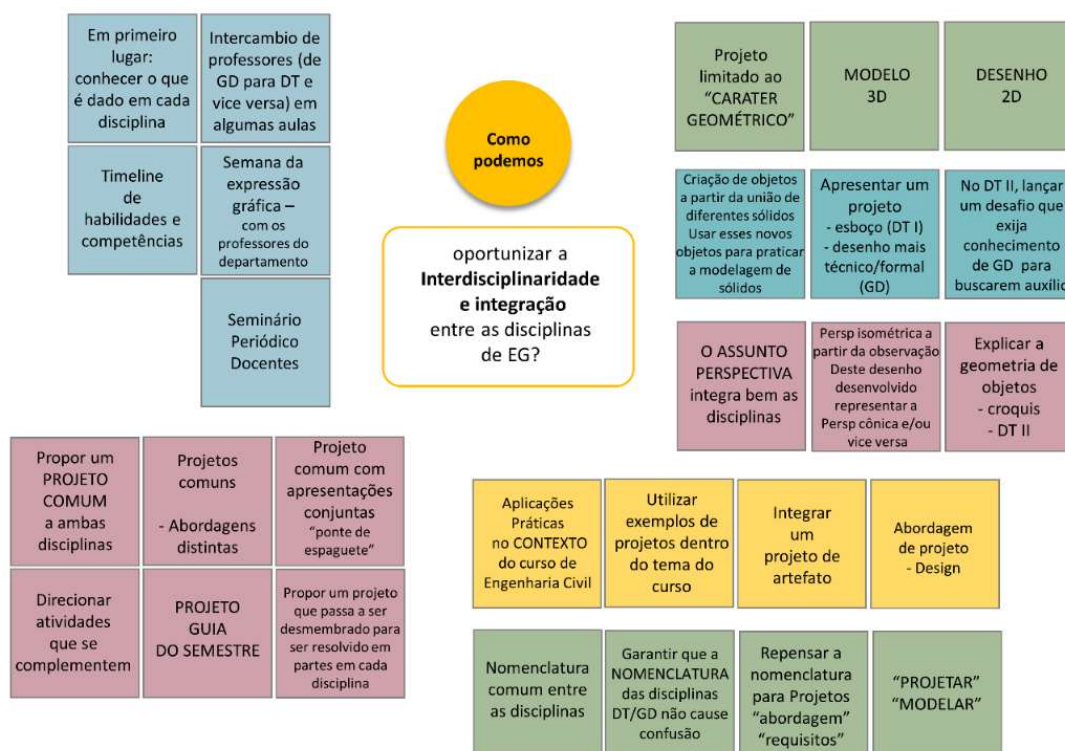


Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

As ideias foram organizadas em cinco categorias: (i) utilizar metodologias ativas de ensino aprendizagem, como a sala de aula invertida e aprendizagem baseada em problemas ou projetos, além do uso de vídeos e aplicativos; (ii) reestruturar/repensar os conteúdos em função dos objetivos da disciplina, se possível condensar a parte teórica; (iii) bonificar atividades extras; (iv) propor atividades com o desenho pré-pronto “para o aluno completar” com a solução; e (v) utilizar trabalhos de campo, ou projetos de extensão e mostras.

E, por fim, “Como podemos oportunizar a interdisciplinaridade e integração entre as disciplinas de EG?” as ideias foram organizadas em seis categorias (Figura 33): (i) o professor deve conhecer os assuntos de cada disciplina, isso pode ser realizado por intercambio, seminários ou reuniões; (ii) garantir o uso de uma nomenclatura comum no DT e GD; (iii) propor um projeto comum a ambas disciplinas, com abordagens distintas, que possa ser desmembrado e realizado cada parte em uma disciplina, com apresentação final conjunta, e considerado como avaliação em ambas; (iv) contextualizado com aplicações práticas no contexto do curso; (v) limitado ao “caráter geométrico” (modelo 2D – 3D); (vi) o assunto “perspectiva” integraria bem pois está presente em todas as disciplinas.

Figura 33 - Soluções dos participantes para oportunizar a interdisciplinaridade e integração entre as disciplinas de EG.



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

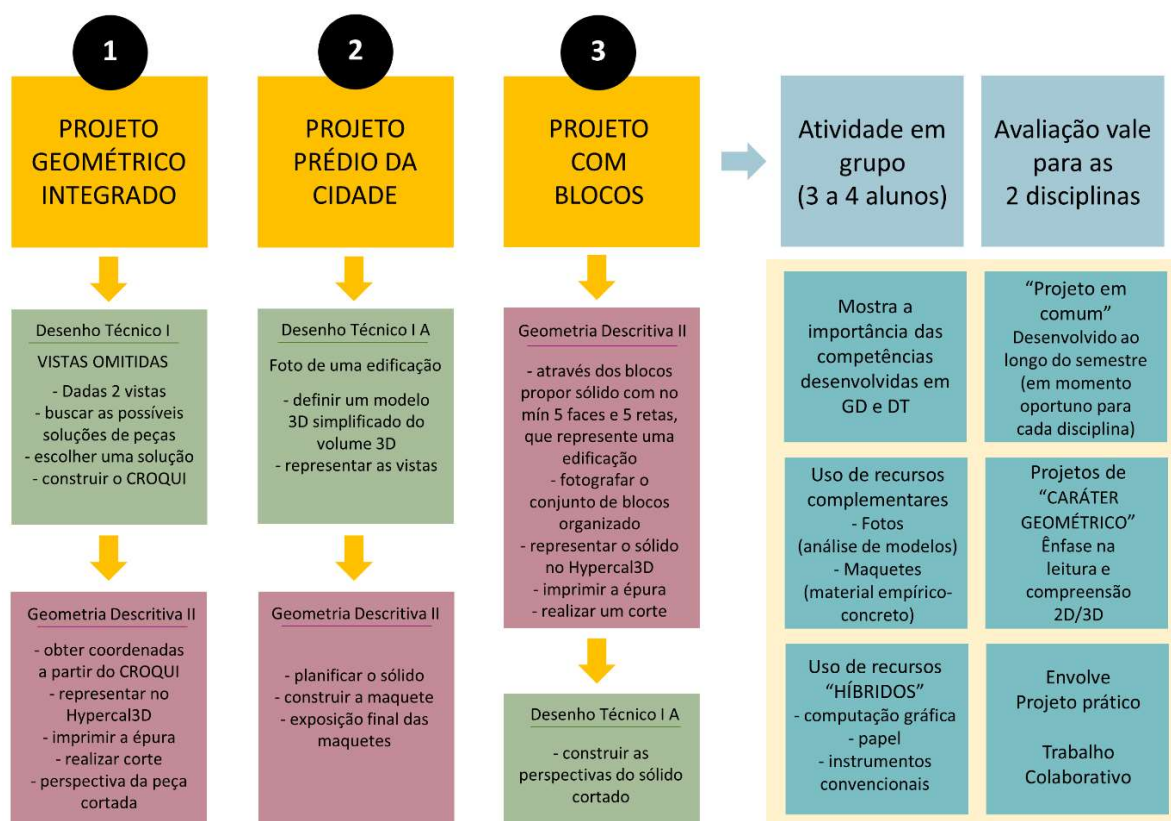
A partir dessas discussões, o grupo idealizou três propostas de atividades.

A primeira, chamada **“Projeto Geométrico Integrado”**, tem início na disciplina de DT I A, envolvendo o assunto de **“vistas omitidas”** onde, a partir de duas vistas do objeto, os alunos devem buscar as possíveis peças para aquelas vistas, escolher uma alternativa de solução e elaborar o croqui (em **perspectiva**). A atividade tem seguimento na disciplina de GD II A, onde os alunos devem obter as coordenadas (a partir do croqui) para representá-lo no programa *HyperCAL^{GD}* e imprimir a **épura**. A partir dessa **épura** eles devem realizar um **corte** na peça (dividindo-a em 2 partes) e representar a **perspectiva axonométrica** de uma das partes da peça cortada.

A segunda proposta, chamada **“Projeto Prédio da Cidade”**, também tem início na disciplina de DT I A, onde a partir de uma imagem de um prédio da cidade, os alunos devem definir um modelo **“simplificado”** 3D, representar sua **perspectiva**, e suas **vistas ortográficas**. A atividade segue na disciplina de GD II A, onde devem a partir da **épura** (construída através do *HyperCAL^{GD}* ou com os instrumentos convencionais) planificar o sólido, obtendo todas as faces em verdadeira grandeza (aplicando **mudança de sistema de referência simples e dupla**). E, a partir da **planificação**, construir o **“modelo”** ou maquete do sólido.

E a terceira proposta, chamada “**Projeto com Blocos**”, tem início na disciplina de GD II A, onde os alunos, com um kit de blocos fornecidos, devem propor um sólido com no mínimo 5 **tipos de faces e arestas** (planos e retas) que represente uma edificação. Devem fotografar a solução de sólido (conjunto de blocos organizados), representá-lo no *HyperCAL^{GD}*, imprimir a **épura** e definir um **corte**. A atividade segue na disciplina de DT I A onde os alunos devem representar as **perspectivas** de cada parte da peça cortada. A Figura 34 apresenta um esquema com as três propostas, suas etapas e características.

Figura 34 - Propostas dos participantes para atividades interdisciplinares (GD e DT).



Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Os professores definiram também que todas as três atividades poderiam ser realizadas em grupos de 3 a 4 alunos, e que contariam como avaliação para as duas disciplinas (GD IIA e DT IA).

Eles argumentaram que as propostas apresentam um “projeto comum” entre as disciplinas, com um trabalho sendo desenvolvido ao longo do semestre, cada parte em uma disciplina e uma como sequência da outra. E que, por envolverem um projeto prático, trabalham a abstração, explorando a simplificação de elementos que representam estruturas reais, mostrando assim a importância das competências desenvolvidas em GD e DT. E que também permite o exercício da colaboração por oportunizar que os alunos trabalhem em grupos.

Outro aspecto apontado pelos professores é que as propostas envolvem projetos simples para engenharia, considerando somente o “caráter geométrico”, dando ênfase para a leitura e compreensão 2D/3D. As atividades podem ser desenvolvidas através de recursos “híbridos”, envolvendo tanto o uso da computação gráfica quanto do papel, com o desenho à mão livre, assim como, representação precisa com instrumentos convencionais de desenho. Além disso, permite a exploração de recursos complementares como análise de modelos (fotos) e de material empírico concreto (uso de blocos e construção de maquetes).

As atividades propostas consideraram disciplinas oferecidas no mesmo semestre (GD IIA e DT IA), o que permite a interdisciplinaridade, assim como a possibilidade de aplicação dentro do prazo deste estudo de doutorado.

5.3.2 Projeto Participativo – Matriz de seleção

Nesse momento, o grupo iniciou a escolha da atividade mais viável para implementação, aplicando uma **Matriz de seleção** - ferramenta utilizada para avaliar e priorizar as escolhas. Assim, inicialmente, os professores definiram alguns critérios de seleção levando em consideração as ideias que surgiram na etapa de elaboração, durante a sessão de *brainstorming*.

Os critérios levaram em consideração se a proposta reforça a interpretação 2D/3D, se exige mais ou menos a capacidade de abstração e absorção do aluno, como, por exemplo, atividades que envolvam o raciocínio 2D para o 3D e vice-versa, o uso de computação gráfica de forma híbrida (aplicativo/papel), uso de material empírico-concreto, com exemplos reais, planificação, maquetes e modelos.

Buscaram analisar também se a proposta de atividade proporciona interdisciplinaridade e integração da Expressão Gráfica e se relaciona o conteúdo com a prática profissional - como por exemplo, ao envolver a aplicação de um projeto: comum às disciplinas; que possa ser desmembrado e realizado parte em uma, parte em outra; com apresentação final conjunta; considerado como avaliação nas duas disciplinas; contextualizado com aplicações práticas no contexto do curso; e limitado ao “caráter geométrico” (modelo 2D – 3D).

Também, se a proposta de atividade proporciona o exercício de competências atitudinais como a colaboração entre os alunos, com trabalhos realizados em grupos, equipes ou duplas, com a alteração do layout físico da sala, e apresentação dos trabalhos finais, com relatório escrito, apresentação para o grupo, ou através de uma exposição (“mostra”).

Dentre os critérios também foi avaliado se a atividade reforça o exercício das competências técnicas desenvolvidas nas disciplinas de expressão gráfica. Pode-se observar que o conjunto dos critérios traduz as discussões ocorridas ao longo dos procedimentos de coleta de dados realizados com alunos e professores. O fato de ser compatível com a aplicação no semestre corrente (2023-2), também foi levado em consideração, pelos limites de prazo para o término deste trabalho de doutorado.

Depois de definidos os critérios, a fim de priorizar as escolhas, as propostas foram analisadas, e cada uma recebeu uma pontuação (de 1 (menos adequado) a 3 (mais adequado)) referente a cada um dos critérios. E, em seguida, foram somados os pontos de cada proposta de atividade, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Matriz de seleção das propostas de atividade.

	1 PROJETO GEOMÉTRICO INTEGRADO	2 PROJETO PRÉDIO DA CIDADE	3 PROJETO COM BLOCOS
Reforça a interpretação 2D/3D	3	2	1
Exige mais a capacidade de abstração do aluno	3	1	2
Proporciona interdisciplinaridade e integração da EG	2	3	1
Relaciona o conteúdo com a prática profissional	1	3	2
Proporciona a colaboração entre alunos	2	1	3
Reforça as competências técnicas das disciplinas	2	3	1
É compatível com os cronogramas das disciplinas	2	3	1
TOTAL	15	16	11

Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Embora as três propostas de atividade se mostrassem bem promissoras, até para uma aplicação futura, para este trabalho foi selecionada a Proposta 2 – PROJETO PRÉDIO DA CIDADE – pois foi a que mais se adequou em função dos cronogramas (já em andamento) e do limite de prazo para o término desta pesquisa de doutorado.

Em outra oportunidade o grupo se reuniu novamente para a realização da próxima etapa, prototipagem, onde a atividade escolhida foi detalhada.

5.4 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE EXPOSIÇÃO – PROTOTIPAR

Conforme esclarecido no Capítulo 4, os protótipos não precisam ser um objeto físico, mas devem representar visualmente as soluções projetadas, e podem ser apresentados na forma de *storyboards*, diagramas, esquemas ou fluxogramas (IDEO, 2015). No caso deste estudo, que envolve a elaboração de uma atividade a ser implementada em sala de aula, o esquema deve permitir a visualização das etapas. A seguir serão detalhados os resultados da aplicação desta ferramenta e a análise realizada.

5.4.1 Prototipagem

Nesta etapa de prototipagem, os mesmos professores participantes da etapa de Projeto Participativo - que objetivou a criação de soluções – desenvolveram o protótipo, pois, no grupo, havia professores que ministravam aulas de DT IA e GD IIA para as turmas selecionadas a participarem do estudo.

Para a seleção das turmas de DT IA e GD IIA que participariam da pesquisa, levou-se em consideração que o sistema de matrículas da UFRGS, para estas disciplinas iniciais do curso, oferece várias opções de horários para matrícula, assim os alunos de Engenharia Civil estão matriculados em mais de duas turmas. Desta forma foram escolhidas turmas de DT IA e GD IIA que tivessem mais alunos em comum – através da checagem das listas de chamada das turmas – possibilitando assim que os grupos fossem mantidos para a continuidade da atividade de uma disciplina para a outra.

Conforme mencionado no Capítulo 4, o protótipo da atividade foi desenvolvido considerando as orientações do Planejador de aulas para a aprendizagem significativa em GD de Grassi (2022). A autora destaca que, embora o planejador de aulas não tenha sido pensado para ser preenchido de forma colaborativa, na sua pesquisa, oportunizou o diálogo e reflexão entre os professores além da construção coletiva das estratégias, sendo um importante recurso para planejamento e registro do processo. No caso deste trabalho, proporcionou a reflexão sobre cada fase da atividade, onde considerou-se os conhecimentos prévios dos alunos, a descrição das etapas da atividade e os indicadores de aprendizagem.

Seguindo as orientações de Grassi (2022), inicialmente foram definidos os aspectos gerais, tais como: (i) o assunto que a atividade iria abordar nas disciplinas (em DT IA, perspectiva isométrica

e vistas ortográficas e, em GD IIA, aplicações de mudança de sistema de referência e planificação de sólidos); (ii) título da atividade; (iii) público-alvo; e (iv) infraestrutura e tempo disponíveis.

Pela limitação dessa pesquisa, a atividade tinha previsão de acontecer dentro do período de um semestre, então o grupo definiu que seriam necessárias uma aula de DT IA e uma aula de GD IIA para seu desenvolvimento, assim, conforme o cronograma das disciplinas, foram definidas as datas em que ocorreriam as etapas da atividade em cada uma das disciplinas, levando em consideração os conhecimentos prévios necessários.

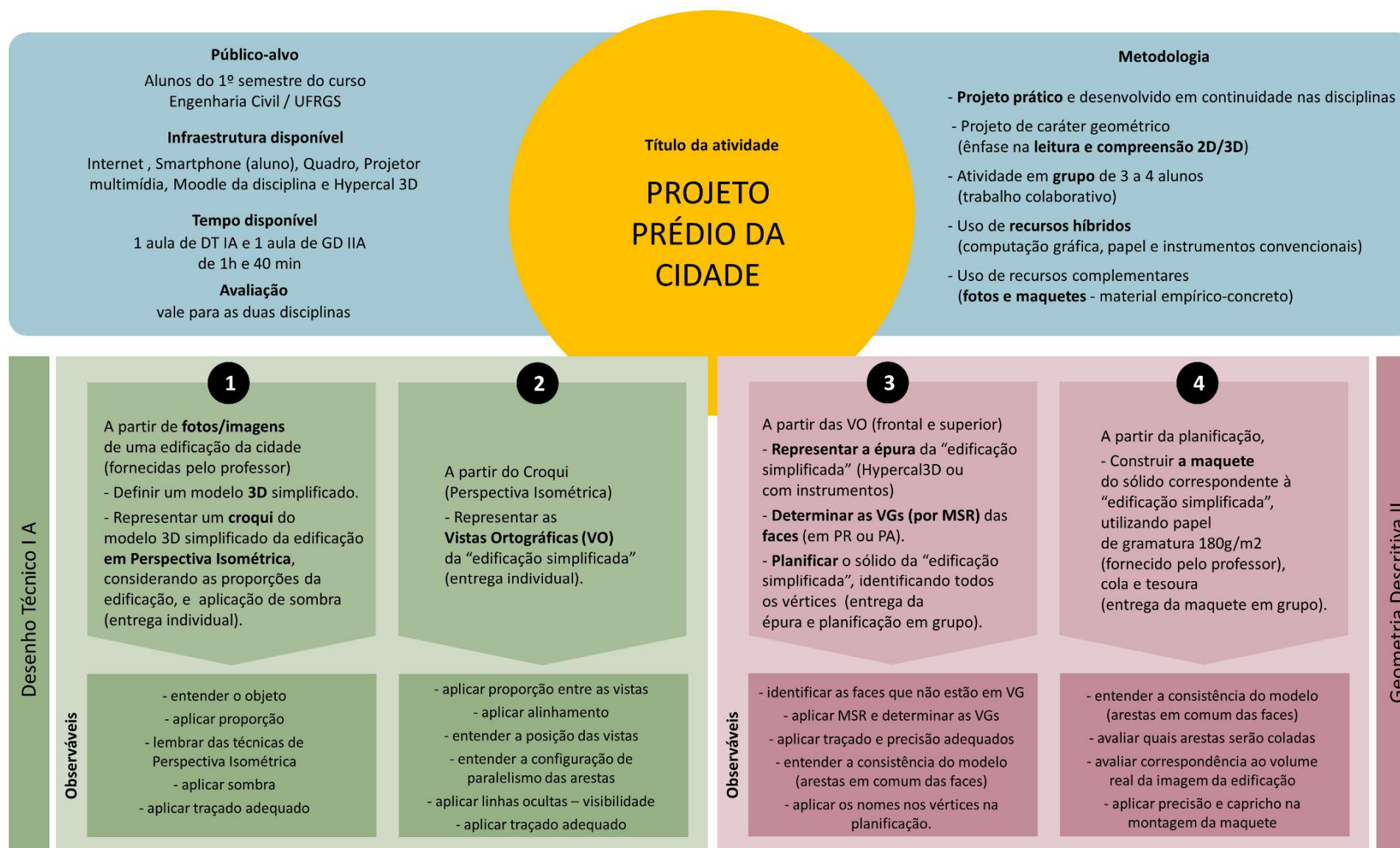
Como mostra o esquema para a aplicação da atividade nas duas turmas (DT IA e GD IIA) proposto pelos professores (Figura 35), a atividade tem início na disciplina de Desenho Técnico IA, onde os alunos, organizados em grupos de 4, a partir de fotos/imagens de uma edificação da cidade fornecidas pelo professor, devem buscar as proporções e simplificar a forma da edificação, de modo a definir um modelo 3D simplificado. Em seguida devem representar esse modelo 3D simplificado da edificação em Perspectiva Isométrica e aplicar sombra (entrega individual). Ao final desta etapa, o professor deve observar, como indicadores de aprendizagem, se os alunos: (i) entendem o objeto, (ii) aplicam corretamente as proporções, (iii) lembram das técnicas de perspectiva isométrica, (iv) aplicam corretamente a sombra e (v) usam o traçado adequado.

Em seguida, na mesma aula, a partir deste croqui em perspectiva isométrica, devem representar suas vistas ortográficas (entrega individual). Ao final dessa etapa, o professor deve observar se os alunos: (i) aplicam a proporção entre as vistas e alinhamento, (ii) entendem a posição das vistas e a configuração de paralelismo das arestas, (iii) aplicam linhas ocultas (visibilidade) e (iv) executam o traçado correto.

Previamente à aplicação da segunda etapa da atividade na disciplina de Geometria Descritiva IIA, cada aluno deve representar em *épura* as projeções principais do sólido correspondente à “edificação simplificada”, respeitando as proporções definidas em grupo, e trazer para dar continuidade à atividade em aula.

Assim, posteriormente, com os alunos reunidos nos mesmos grupos, mas na aula de Geometria Descritiva IIA, dar-se-á continuidade à atividade, com o objetivo de planificar o sólido da “edificação simplificada”. A partir da *épura* os grupos deverão identificar as faces que não se apresentam em verdadeira grandeza (VG) - faces em projeção acumulada (PA) ou reduzidas (PR) - e determinar suas VG's, aplicando os conhecimentos de mudança de sistema de referência (MSR).

Figura 35 – Esquema para a aplicação da atividade proposto pelos professores.



Fonte: elaborado pela autora.

Em seguida deverão representar, em folha A3, o sólido planificado, colocando cada face lado a lado (entrega em grupo - uma é pura com as VG's das faces e uma folha com a planificação do sólido). Ao final desta etapa, o professor deve observar se os alunos: (i) identificam as faces que não estão em VG, (ii) aplicam MSR corretamente para obter as VGs, (iii) executam traçado e precisão adequados, (iv) entendem a consistência do modelo (arestas comuns das faces) e (v) aplicam corretamente os nomes dos vértices na planificação.

E finalmente, na mesma aula, devem reproduzir a planificação em uma folha de gramatura mais elevada (180g/m²), fornecida pelo professor, para que seja então recortada e montada para formar a maquete da “edificação simplificada” (entrega em grupo). Ao final desta etapa, o professor deve observar se os alunos: entendem a consistência do modelo (arestas comuns às faces), avaliam corretamente quais arestas serão coladas umas nas outras, avaliam a correspondência ao volume real da imagem da edificação, e aplicam precisão e capricho na montagem da maquete.

Assim, o protótipo da atividade escolhida (Proposta 2 – “Projeto Prédio da Cidade”), contempla os critérios constantes na Matriz de seleção (item 5.4.2), considerando que: (i) o trabalho deve ser realizado em grupos ou equipes; (ii) utiliza um projeto comum às disciplinas, com abordagens distintas e etapas realizadas parte em uma, parte em outra disciplina, distribuídas ao longo do semestre (interdisciplinaridade); (iii) o projeto possui aplicações práticas no contexto do curso (*PjBL*); (iv) o projeto é de “caráter geométrico” (com ênfase na leitura e compreensão 2D/3D); (v) utiliza recursos híbridos (computação gráfica, papel e instrumentos convencionais de desenho); e (vi) utiliza recursos complementares como fotos e maquetes como material empírico-concreto.

Estas características cumprem os requisitos para a atividade que apareceram tanto na Entrevista Empática, como no Mapa de Empatia do aluno e na etapa de *brainstorming* do Projeto Participativo.

5.4.2 Teste do protótipo

Para verificar a relevância das ideias escolhidas, o teste do protótipo foi realizado pelos quatro professores responsáveis pelas turmas selecionadas de DT IA e GD IIA colocando em prática a atividade em suas disciplinas. Ocorreu nas datas definidas pelos professores - conforme os cronogramas das disciplinas para o semestre 2023-2. Em cada turma os alunos se distribuíram em 10 grupos de 4 - sendo 3 alunos que cursavam as duas disciplinas e 1 aluno que cursava só DT IA ou só GD IIA – garantindo assim que a maior arte do grupo fosse mantida de uma etapa para a outra.

Preparando a atividade, inicialmente os professores selecionaram cinco edificações da cidade (no banco de imagens do *google*), considerando que tivessem faces inclinadas, e, para uniformizar o nível de dificuldade (tanto no DT IA quanto na GD IIA), as fotos apresentavam sugestões de simplificações na forma, como mostra a Figura 36. Os enunciados da atividade, para a disciplina de DT IA e GD IIA, fornecidos aos alunos constam no Apêndice IV, e as folhas com as imagens das edificações fornecidas a cada um dos grupos, no Apêndice V.

Figura 36 – Imagens das edificações com as respectivas sugestões de simplificação da forma das edificações para o desenvolvimento da atividade.



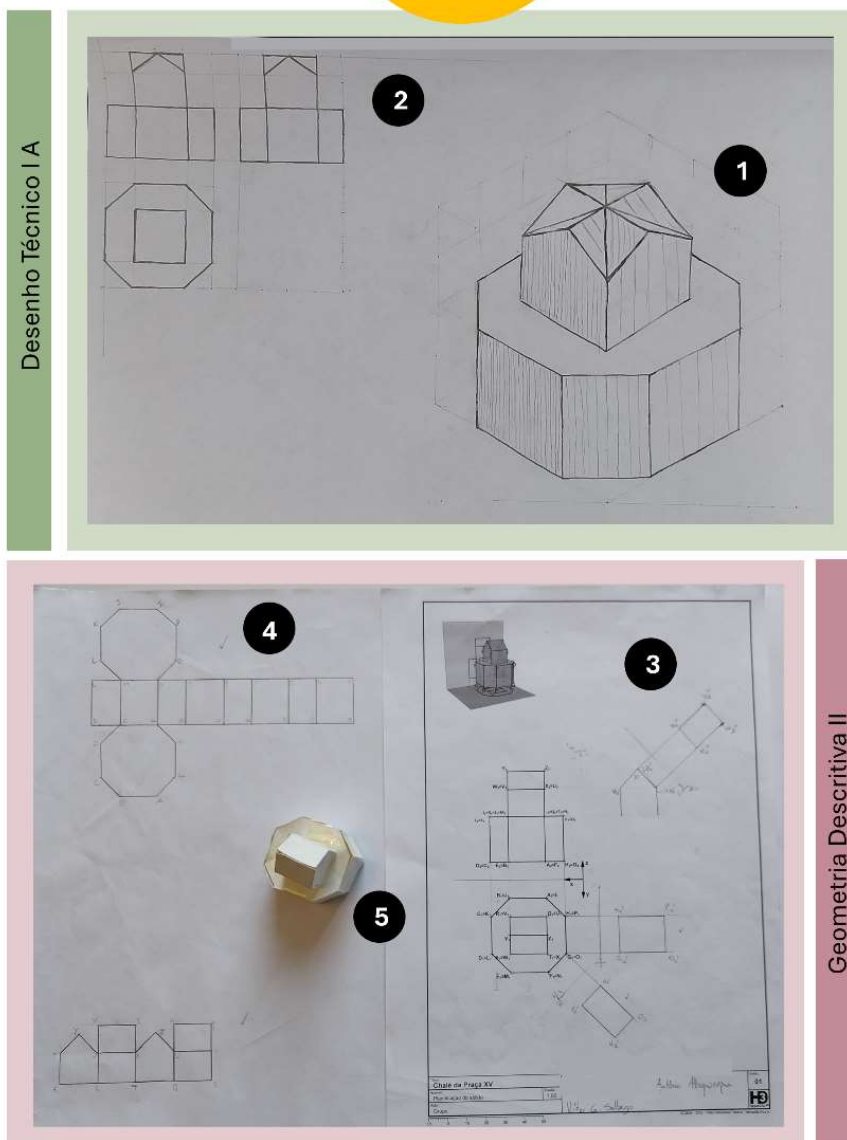
Fonte: imagens google.com.br.

A primeira parte da atividade aconteceu, conforme o cronograma da disciplina de DT I A, na aula 17, onde os estudantes já haviam trabalhado os conteúdos sobre Projeções Ortográficas e Vistas Ortográficas (de faces planas inclinadas e superfícies cilíndricas), além da Perspectiva Isométrica (de sólidos com faces planas inclinadas, faces oblíquas e superfícies cilíndricas).

A atividade teve sequência na disciplina de Geometria Descritiva IIA, em uma data posterior (cinco dias depois, conforme cronograma, na aula 11), em que os estudantes já haviam trabalhado a aplicação das vistas auxiliares (MSR), necessárias para determinação das verdadeiras grandezas das faces de sólidos, para a obtenção da sua planificação.

A Figura 37 apresenta o material de um dos grupos que trabalhou com a edificação “Chalé da Praça XV”, onde aparece o croqui em perspectiva isométrica com sombra (1) e as vistas ortográficas da “edificação simplificada” (2), entregue no final da atividade de DT IA. Assim como, a folha com a écura impressa a partir do *HyperCAL*^{3D} da “edificação simplificada”, com as Mudanças de Sistema de Referência utilizadas para a determinação das verdadeiras grandezas das faces (3), a folha com a planificação correspondente (4) e a maquete da edificação (5), entregue no final da atividade de GD IIA.

Figura 37 – Atividade desenvolvida pelos alunos em grupos.



Fonte: imagens (google.com.br) e dados da pesquisa.

A Figura 38 apresenta uma foto das maquetes entregues pelos grupos, correspondentes à cada uma das edificações trabalhadas.

Figura 38 – Maquetes construídas pelos alunos e edificações da cidade correspondentes.



Fonte: imagens (google.com.br) e dados da pesquisa.

Quando o professor aplica uma atividade pela primeira vez, é muito comum que seja necessário ajustá-la em algum aspecto, readequando-a algumas vezes até que esteja amadurecida e pronta para ser implementada de forma recorrente. O “Teste”, ou primeira vez que a atividade é implementada, serve para aprimorar e refinar as soluções, verificar se são adequadas e praticar a empatia. A seguir serão comentados os aspectos que deram certo e os pontos que podem ser aprimorados na proposta, assim como ideias para futuras aplicações da atividade.

5.4.3 Matriz de *Feedback*

O protótipo foi testado pelos professores que participaram das etapas de Projeto Participativo e prototipagem, e a pesquisadora, como líder do projeto, também estava presente na aplicação da atividade, assim, o final de cada uma das etapas (DT e GD) foram feitas anotações sobre o que foi observado.

Durante a aplicação da atividade na aula de DT IA, pode-se observar que os alunos, de maneira geral, tiveram dificuldades em determinar as proporções das edificações - pois as imagens fornecidas as mostravam em perspectiva e em escalas diferentes (como pode ser observado na Figura 33). Nesta etapa da atividade os grupos demandaram bastante a orientação dos professores, e levou mais tempo que o planejado. Passada a etapa de definição das proporções da edificação, a representação da perspectiva e das vistas ortográficas foi realizada sem maiores dificuldades, porém muitos grupos precisaram finalizar estas etapas extraclasse, por falta de tempo, entregando o croqui e vistas ortográficas na aula seguinte. Assim, os professores concluíram que, em aplicações futuras, as imagens fornecidas da edificação, devem indicar, além da simplificação da forma, também as proporções a serem utilizadas para cada edificação, facilitando a interpretação das imagens e adequando o tempo para o desenvolvimento da atividade.

Na aplicação da atividade na disciplina de GD IIA, os mesmos grupos (DT IA) trabalharam nas mesmas edificações. Porém, na elaboração do protótipo, não foi levado em consideração que alguns alunos só estariam matriculados na GD (portanto não participariam do início da atividade no DT). Assim, para a aplicação da atividade na GD IIA, decidiu-se fornecer a é pura do sólido (impresa a partir do *HyperCAL*^{3D}- Apêndice VI) para que todos pudessem acompanhar a atividade de um mesmo ponto de partida. E, antes de iniciar, os alunos receberam também uma breve explicação sobre planificação de sólidos facetados, para que compreendessem o objetivo da atividade.

Durante a aplicação na aula de GD IIA, pode-se observar que, de maneira geral, os grupos demoraram bastante para compreender a é pura e identificar as faces que necessitavam da determinação da VG para a planificação. Talvez isso tenha ocorrido porque receberam a é pura impresa, e não tiveram a oportunidade de pensar sobre o volume do sólido novamente. Depois desta etapa, a planificação do sólido correspondente à “edificação simplificada” foi realizada pelos grupos de forma intuitiva, com alguma orientação dos professores.

Durante o tempo previsto para a atividade, a maioria dos grupos conseguiu finalizar a determinação das VG's das faces necessárias, alguns grupos iniciaram a representação da

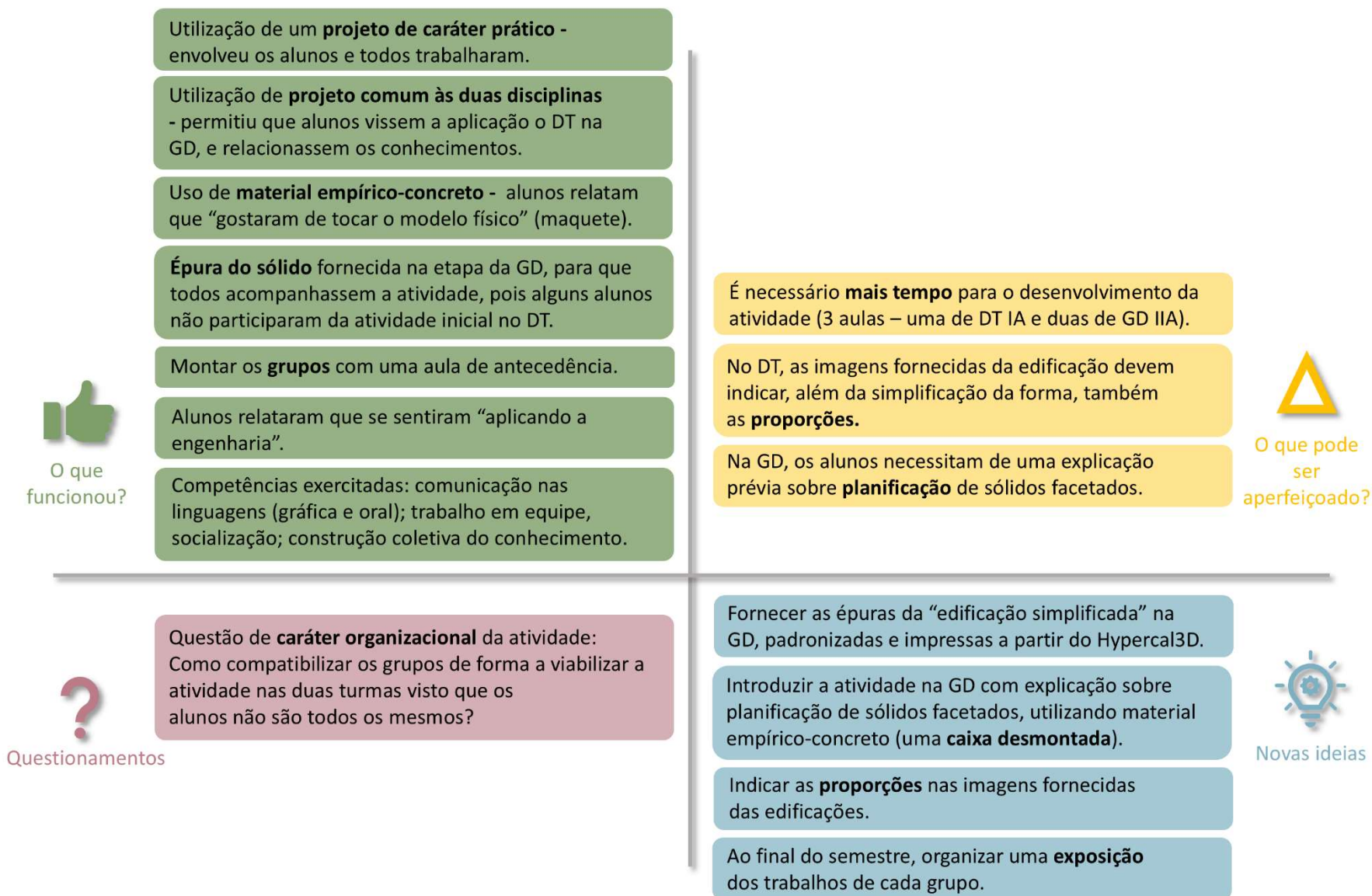
planificação, mas não foi possível iniciar a confecção da maquete. Nesse momento os alunos foram consultados se gostariam de finalizar a atividade extraclasse, para entrega na aula seguinte, ou se gostariam de completar a atividade, prolongando o tempo de aula (opção preferida pelos grupos visto que não tinham outro compromisso/aula) por mais 1 hora. Assim, observou-se que a atividade demandaria o tempo de duas aulas de GD IIA para ser realizada, podendo-se incluir uma explicação prévia mais detalhada sobre planificação de sólidos facetados (assunto que não é explorado nesta disciplina, mas na GD III) utilizando, por exemplo, um material empírico-concreto (caixa desmontada).

Mesmo necessitando de alguns ajustes, destacam-se aspectos positivos da atividade:

- (i) a utilização de um **projeto de caráter prático**, que permitiu maior envolvimento e engajamento dos alunos, observou-se que todos trabalharam;
- (ii) a utilização de um **projeto comum às duas disciplinas**, que permitiu que alunos percebessem a aplicação do DT na GD, e relacionassem os conhecimentos - conforme relataram alguns alunos que “se sentiram aplicando a engenharia”;
- (iii) o uso de **material empírico-concreto** também foi um aspecto de destaque pois os alunos relataram que “gostaram de tocar e ver o modelo físico” (maquete);
- (iv) a decisão de **fornecer a é pura do sólido** na etapa da GD, para que os alunos que não participaram da primeira etapa (no DT) pudessem acompanhar a atividade;
- (v) e as **competências exercitadas** - comunicação nas linguagens (gráfica e oral), trabalho em equipe, socialização e construção coletiva do conhecimento.

Considerando o **caráter organizacional** da atividade, outro aspecto que funcionou bem foi organizar os grupos com uma aula de antecedência. E uma questão que fica para futuras aplicações da atividade nesse formato é: como compatibilizar os grupos de forma a viabilizar a atividade nas duas turmas visto que os alunos não são todos os mesmos? Outra sugestão para aplicações futuras é realizar, ao final do semestre, como uma atividade de Extensão, a **exposição dos trabalhos** desenvolvidos pelos grupos. Os professores selecionariam um kit, com um exemplar de desenho de cada etapa e a maquete, e esse material seria organizado e exposto após a atividade concluída.

A fim de organizar os comentários dos alunos e observações dos professores sobre a experiência com a atividade, foi elaborada uma Matriz de *Feedback* (Figura 39). Nela foram anotados os aspectos positivos (o que funcionou no protótipo), as críticas positivas (o que pode ser aperfeiçoado), assim como questionamentos e sugestões de ideias que surgiram durante a aplicação da atividade nas turmas.

Figura 39 – Matriz de *Feedback*.

Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

5.5 DESENVOLVIMENTO DA ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO

Na etapa de Implementação, a solução proposta e testada nas etapas anteriores precisa estar madura e pronta para ser colocada em prática. Desta forma é necessário elaborar um plano do projeto piloto com o objetivo de planejar a aplicação da atividade, para que possa ser completamente implementada.

5.5.1 Plano do projeto piloto

Esta estratégia é constituída por uma etapa de Planejamento e outra de Avaliação. Na fase de Planejamento levou-se em consideração os recursos necessários e onde consegui-los, e algumas questões que merecem atenção do professor durante a execução da atividade, tais como: se o tempo estipulado para execução da tarefa está adequado, se os grupos estão completos nas duas turmas ou se faltam componentes, e se os conhecimentos prévios são suficientes.

Além disso, considerou alguns indicadores que auxiliam a medir o sucesso da atividade, tais como: quantos grupos alcançam o objetivo da atividade (considerando os “observáveis” como indicadores em cada etapa da atividade) e a qualidade do material entregue pelos alunos. E considerou também a divisão de tarefas entre os professores responsáveis em aplicar a atividade.

Como mencionado no Capítulo 4, não foi possível realizar a fase de avaliação devido aos prazos de término dessa pesquisa, porém baseado nas observações anotadas na Matriz de *feedback* obtida após o teste do protótipo, foi possível propor alguns ajustes na atividade.

Considerando o que se aprendeu ao aplicar a atividade em uma turma piloto, foi possível verificar que a realização das tarefas em grupos permitiu o exercício de algumas competências, como: a comunicação nas linguagens gráfica e oral, trabalho em equipe, socialização e construção coletiva do conhecimento. A utilização de um projeto comum às duas disciplinas permitiu que os alunos relacionassem os conhecimentos e compreendessem a aplicação do DT na GD.

Outro aspecto fundamental para a organização da atividade foi a definição dos grupos com antecedência e o fornecimento da épura do sólido simplificado na atividade de GD IIA, isso permitiu que todos pudessem acompanhar, visto que alguns alunos não frequentam as duas turmas pois estão matriculados somente na GD IIA ou somente no DT IA.

A partir da experiência foi possível observar, com relação ao tempo previsto para o desenvolvimento das tarefas, que nem todos os alunos conseguiram concluir a atividade: no DT a procura pelas proporções da edificação (nas fotos fornecidas) demandou mais tempo que o planejado; e na GD, também foi necessário mais tempo para a construção da maquete.

Com relação aos conhecimentos prévios, observou-se que os alunos de GD realizaram a planificação de forma intuitiva, com a breve explicação dada no início da atividade, porém, para concluírem a atividade com mais facilidade, seria necessária uma explicação mais detalhada sobre planificação de sólidos facetados. Esse assunto não faz parte do cronograma da disciplina, mas futuramente, pode ser explorado como uma aplicação de MSR, com o objetivo de planificar um sólido e construir sua maquete, construindo o material concreto e fazendo a relação 2D-3D necessária para desenvolver o raciocínio espacial.

Considera-se que a aplicação da atividade nas turmas de DT e GD teve êxito, pois a utilização de um projeto de caráter prático envolveu e engajou os alunos no trabalho, o uso de material empírico-concreto (maquetes) também foi importante, pois relataram que “gostaram de tocar e ver o modelo físico” e que se sentiram “aplicando a engenharia”. Todos os grupos entregaram as atividades, considerando uma prorrogação do tempo estipulado inicialmente para sua conclusão.

Dentre os desafios enfrentados durante a aplicação da atividade destacam-se: os de caráter organizacional na compatibilização dos grupos nas duas turmas, devido às turmas serem compostas por somente parte dos alunos em comum; outro desafio foi orientar os alunos a encontrarem as proporções das edificações a partir das imagens fornecidas; e compatibilizar o tempo para que finalizassem as tarefas tanto no DT como na GD.

Então, como ajustes para uma futura aplicação, é necessário considerar mais tempo para a aplicação da atividade - uma aula de DT IA e duas aulas de GD IIA - assim como, fornecer as imagens da edificação, com a simplificação da forma sugerida e as proporções a serem utilizadas tanto para a construção da perspectiva axonométrica quanto das vistas ortográficas.

Na GD IIA, além de fornecer as épuras da edificação simplificada padronizadas e impressas a partir do *HyperCAL*^{3D} - pelo menos aos alunos que não participaram da etapa da atividade no DT, para que consigam acompanhar a atividade junto com os outros membros do grupo – introduzir a atividade com uma explicação sobre planificação de sólidos facetados para que, não usem somente a intuição, mas tenham subsídios e apliquem os conhecimentos.

A partir dessas observações, os quadros com as informações sobre o planejamento e a avaliação, propostos por Cavalcanti e Filatro (2016), foram preenchidos para a atividade “Projeto Prédio da Cidade”, e são apresentados respectivamente nos Quadros 4 e 5. Eles apresentam especificações do que precisa ser feito para que a opção seja aplicada e testada, e como medir o impacto da solução, monitorando também indicadores e resultados.

Quadro 4 – Planejamento – Projeto Piloto.

PLANO DO PROJETO PILOTO - Projeto Prédio da Cidade		
PLANEJAMENTO		
Recursos necessários:	Recurso	Onde conseguir?
	Imagens das edificações impressas	Internet
	Papel gramatura 180g/m2 - maquetes	Fornecido pelo professor
	Cola tesoura, fita adesiva, esquadros, régua e compasso	Aluno
Questões a responder durante a execução da atividade:	<ul style="list-style-type: none"> - O tempo estipulado para executar as tarefas está adequado? - Os grupos estão completos e com os mesmos alunos que fazem as duas disciplinas? Não faltam componentes? - Os conhecimentos prévios dos alunos foram suficientes para a execução das tarefas? 	
Como medir o sucesso do projeto-piloto?	<ul style="list-style-type: none"> - Número de grupos que alcançam o objetivo da atividade – utilizando os “observáveis” como indicadores em cada etapa da atividade. - Qualidade do material entregue pelos grupos. 	
Divisão de tarefas:	<ul style="list-style-type: none"> - Professores de GD e DT definem juntos: a turma, os grupos e as imagens dos prédios. - Professores de DT: avaliam se os objetivos em DT foram alcançados. - Professores de GD: avaliam se os objetivos em GD foram alcançados. 	

Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Quadro 5 – Avaliação - Projeto Piloto.

PLANO DO PROJETO PILOTO - Projeto Prédio da Cidade	
AVALIAÇÃO	
Principais aprendizagens durante a implementação da atividade	<p>- A utilização de projeto comum às duas disciplinas - permitiu que alunos vissem a aplicação do DT na GD, e relacionassem os conhecimentos. E a realização da tarefa em grupos permitiu o exercício de competências: comunicação nas linguagens (gráfica e oral); trabalho em equipe, socialização; construção coletiva do conhecimento.</p> <p>- Na organização inicial a montagem dos grupos com antecedência foi fundamental, e o fornecimento da épura do sólido na etapa da GD, permitiu que todos pudessem acompanhar a atividade, visto que alguns alunos só estão matriculados na GD e não participaram da atividade inicial no DT.</p>
Foi possível responder às questões	<p>- Com relação ao tempo para o desenvolvimento das tarefas, verificou-se que: (i) nem todos os grupos conseguiram concluir a tarefa na etapa de DT, pois ficaram muito tempo procurando as proporções das edificações nas imagens fornecidas; (ii) na etapa de GD a atividade necessita de mais tempo para ser desenvolvida (2 aulas), em função da confecção da maquete.</p> <p>- Com relação aos conhecimentos prévios: na GD, os alunos necessitam de uma explicação prévia sobre planificação de sólidos facetados.</p>
A aplicação da tarefa teve sucesso?	<p>Sim.</p> <p>A utilização de um projeto de caráter prático - envolveu os alunos e todos trabalharam. Os alunos relatam que “gostaram de tocar o modelo físico” (maquete), permitido pelo uso de material empírico-concreto. Alguns alunos relataram que se sentiram “aplicando a engenharia”. Todos os grupos entregaram as atividades, considerando uma prorrogação do tempo estipulado inicialmente.</p>
Quais foram os maiores desafios enfrentados durante a implementação da atividade?	<p>- de caráter organizacional da atividade: Compatibilizar os grupos de forma a viabilizar a atividade nas duas turmas visto que os alunos não são todos os mesmos.</p> <p>- auxiliar os alunos na definição das proporções das edificações, a partir das imagens fornecidas.</p> <p>- tempo para o desenvolvimento da tarefa completa na GD.</p>
A solução implementada precisa de adequações?	<p>- É necessário mais tempo para o desenvolvimento da atividade (3 aulas – DT IA (1 aula) e GD IIA (2 aulas)).</p> <p>- Nas imagens fornecidas da edificação, além da simplificação da forma, indicar também as proporções (na etapa de DT). E na GD, fornecer as épuras da “edificação simplificada”, padronizadas e impressas a partir do Hypercal3D.</p> <p>- Introduzir a atividade na GD com explicação sobre planificação de sólidos facetados, utilizando material empírico-concreto (uma caixa desmontada).</p>

Fonte: dados da pesquisa, elaborado pela autora.

Lembrando que esse é um processo iterativo, esta etapa requer a aplicação da atividade em mais 2 ou 3 semestres, até que todos os ajustes sejam realizados. Assim para este trabalho, não será possível a completa implementação da atividade, devido à falta de prazo.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DIRETRIZES

Esse capítulo apresenta a discussão dos resultados e como eles foram utilizados em cada uma das etapas aplicadas na metodologia deste trabalho. Assim como, ao final são apresentadas as **diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares em disciplinas de expressão gráfica para o curso de Engenharia Civil da UFRGS**, cumprindo o objetivo geral desta tese.

6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A etapa de empatia foi fundamental para a real compreensão do problema e definição dos possíveis caminhos para se alcançar o objetivo geral desta pesquisa.

A Coleta de dados documental, além de embasar a pesquisa considerando as informações relevantes sobre o que já foi dito ou escrito sobre o assunto, mostrou, com a **análise de permeabilidade de conteúdo das disciplinas de expressão gráfica**, que existem muitas possibilidades de conexões entre seus conteúdos, podendo ser considerados para a elaboração de atividades que proporcionem a interdisciplinaridade, e que, esta é facilitada quando se trabalha com disciplinas do mesmo semestre.

Analisou-se que os assuntos com maior número de conexões apontadas pelos professores, dão base para as disciplinas e para as aplicações desses conhecimentos na solução de problemas práticos, porém não são diretamente aplicáveis em atividades práticas, como por exemplo, sistemas projetivos, posições relativas etc. Desta forma, **as propostas de atividades elaboradas pelos professores durante o Projeto Participativo, não necessariamente envolveram os assuntos que se destacaram com mais conexões**, mas o gráfico das 4 disciplinas, elaborado a partir dessa análise, serviu para guiar as escolhas dos assuntos que se relacionavam, de uma forma mais visual.

O Mapa de Empatia permitiu conhecer melhor como os alunos pensam, sentem, falam e comportam-se com relação às disciplinas de expressão gráfica, representando um possível perfil do usuário. A Entrevista Empática, permitiu compreender quais experiências didáticas

os professores entendem como “eficientes” para o ensino-aprendizagem de expressão gráfica, bem como, quais são os obstáculos enfrentados para explorar novas possibilidades didáticas e como idealizam suas aulas no futuro. Essas duas ferramentas permitiram uma melhor compreensão do problema de projeto, e seus resultados mostraram caminhos convergentes. Além disso, compõe a compreensão dos envolvidos no processo de aprendizagem, e, dentro de um pensamento projetual, representam especificamente o que as duas categorias de usuários (professores e alunos) compreendem e almejam.

No Mapa de Empatia, **ficou clara a necessidade de mostrar aos alunos a utilidade das disciplinas de expressão gráfica**, apresentando o conteúdo de forma contextualizada, usando exemplos práticos e projetos, pois 36% dos alunos consideram o DT a mão livre, desnecessário, e 11% consideram a GD desatualizada, por usar instrumentos convencionais. Esta necessidade também foi relatada por um professor na Entrevista Empática quando disse que “os alunos valorizam quando o professor fundamenta a aplicação dos desenhos, validando a disciplina”.

Também se observou que **existe diversidade de níveis de conhecimento em um mesmo grupo de alunos**, necessitando de um nivelamento nos conhecimentos geométricos básicos, visão e raciocínio espacial, condições também observadas e relatadas por vários professores na Entrevista Empática, quando falam da falta de base dos alunos em conhecimentos geométricos. Ponto também destacado em diversas publicações (PAVANELLO, 1993; SILVA, 2006B; ALVES, 2008; BERGAMINI e BERGAMINI, 2017; OLIVEIRA, 2018; CARVALHO, CAVALCANTI e SOUZA, 2019) onde os autores falam das consequências disso no ensino de expressão gráfica. Porém esse aspecto não aparece com tanta ênfase no Mapa de Empatia, pois apenas 15% dos alunos sentem que suas dificuldades são provenientes da falta de base em conhecimentos geométricos, ou por não saber usar os instrumentos e ferramentas computacionais.

Segundo relato dos professores, também **existe uma resistência em estudar o material disponibilizado previamente**, e isso, é atenuado com iniciativas como a bonificação com pontos extra para o aluno que participa, responde e entrega os exercícios. No Mapa de Empatia chama a atenção que 58% dos alunos têm alguma dificuldade em entender o material disponibilizado, talvez esse aspecto seja a barreira de estudo.

Observa-se que há abertura para atividades que oportunizem mais interação entre os alunos, que desenvolvam ou exercitem habilidades de comunicação, colaboração, pensamento crítico, reflexão, criatividade, autonomia, motivação e participação, quando 65% dos alunos expressam que gostariam de ter mais oportunidades de trabalhar em grupos nessas disciplinas. Esses comportamentos são confirmados por Cortelazzo *et al.* (2018), quando afirmam que os alunos de hoje são multitarefas e gostam de trabalhar em grupo, cooperativamente e colaborativamente.

Alguns professores relataram durante a entrevista, que **já utilizam metodologias ativas em suas aulas**, aplicando a aprendizagem baseada em projetos (dando ênfase ao projeto geométrico) com atividades “mão na massa” através de trabalhos em grupo.

Em GD IIA, destacaram a importância de se trabalhar utilizando uma abordagem a partir de sólidos, **utilizando modelos físicos (material empírico-concreto) - o que auxilia muito a concretização - trazendo para o concreto a prática de projeto, estabelecendo mais conexões de reciprocidade (2D-3D e vice-versa)** e reduzindo as dificuldades de interpretação dos objetos. A importância da concretização é corroborada por vários autores citados na fundamentação teórica, tais como: Alves (2008), Santos (2016), Torrezzan (2019) e Spadafora (2020). Esse aspecto também aparece no Mapa de Empatia, quando 18% dos alunos dizem ter dificuldades em imaginar os objetos em 3D a partir das épuras/projeções. Neste sentido, conforme Teixeira *et al.* (2015) e Santos (2016), o uso do software *HyperCAL*^{3D} também pode ser destacado como uma excelente fermenta para auxiliar na realização e entendimento dos exercícios, por possuir a característica de mostrar simultaneamente o objeto/modelo 2D e 3D.

E em DT IA, foi incorporada uma terceira etapa “Esboço Rápido Criativo”, para que a utilização dos conhecimentos ficasse mais clara para o aluno, possibilitando que pratique e entenda a utilidade do que estudou. Isso, conforme Torrezzan (2019) permite aos alunos **um “ensaio” sobre o objeto de estudo, facilitando a conexão entre a teoria e a prática**, e ajuda os futuros engenheiros a entenderem como aplicar seu conhecimento e a reconhecerem a relevância das disciplinas básicas em sua formação profissional. Nesta disciplina também foi relatada a **utilização de animações e vídeos** para auxiliar os alunos que tem mais dificuldades, assim como aqueles que perderam alguma aula.

E ainda, para melhorar o desempenho dos alunos nas avaliações, alguns professores realizam simulados (com exercícios similares aos da prova), outro professor, de DT IIA, mostra os gabaritos dos exercícios já realizados (comentando os aspectos mais importantes e erros mais comuns cometidos), além de realizar também exercícios de forma coletiva (onde cada aluno participa da solução utilizando argumentos técnicos). Esses momentos são utilizados como mais uma oportunidade para que os alunos verifiquem onde estão suas maiores dificuldades e sanem suas dúvidas.

Essas iniciativas demonstram que há uma preocupação do professor em **contextualizar os assuntos**, em trabalhar com **elementos concretos** melhorando o raciocínio 3D-2D, em **relacionar os assuntos estudados com os conhecimentos prévios**, procurando engajar e motivar o aluno. Eles buscam utilizar estratégias e formas de direcionar a disciplina que provoquem e envolvam o aluno nas atividades propostas, e relacionam essa dificuldade de envolvê-los, à mudança no perfil do aluno, que apresenta baixo nível de abstração e pouco tempo de foco de atenção, comportamento também relatado em estudos recentes de Kimberg (2018), Cortelazzo *et al.* (2018), Torrezzan (2019) e Micheletto (2020).

Outra dificuldade apontada pelos professores é com relação ao **aumento de conteúdo a ser explorado nas disciplinas** (pela inserção de novas tecnologias e necessidade de nivelamento dos conhecimentos geométricos básicos), o que **reduz o tempo para desenvolver a parte prática**, dedicar mais tempo à criação, aprofundar os assuntos e **explorar situações ou casos mais complexos**. Indicam como uma possível solução o uso de vídeos e animações em aula e extraclasse, a presença de um monitor em sala de aula auxiliando nos assessoramentos etc., como estratégias para aproveitar melhor o tempo disponível de aula.

Essas valiosas informações que surgiram durante a etapa de compreensão do problema, permitiram concluir que, um dos pontos cruciais para se **encontrar os caminhos para a interdisciplinaridade é oportunizar interação entre os professores, identificando as demandas**, conhecendo melhor os cursos e estabelecendo estratégias para a integração com outras disciplinas, de forma que ambas se beneficiem. Hoje uma das dificuldades apontadas pelos professores é a inexistência de iniciativas desse tipo, que promovam a integração/conexão entre as disciplinas de EG e com outras disciplinas do curso. E outra, é o próprio professor, que muitas vezes fica na sua zona de conforto e resiste um pouco a realizar mudanças e implementar algo novo.

Esses *insights* obtidos na etapa de compreensão do problema foram considerados na elaboração e escolha do protótipo da atividade “Projeto Prédio da Cidade”. Assim, ele compila essas características, pois considera que:

- (i) o trabalho deve ser realizado em grupos (proporciona o exercício das competências atitudinais);
- (ii) utiliza um projeto comum às disciplinas, com abordagens distintas em etapas realizadas separadas (promovendo interdisciplinaridade/integração da EG);
- (iii) possui aplicações práticas no contexto do curso (*PjBL* e contextualização);
- (iv) o projeto é de “caráter geométrico” (com ênfase na leitura e compreensão 2D/3D, reforçando o exercício de competências técnicas em EG);
- (v) utiliza recursos híbridos (computação gráfica, papel e instrumentos convencionais de desenho); e
- (vi) recursos complementares como fotos e maquetes (material empírico-concreto).

Considerando o design centrado no ser humano (HCD), foram examinadas as necessidades, desejos e comportamentos das pessoas envolvidas, através da “lente do Desejo” (IDEO, 2015). Observou-se que os aspectos apontados durante a Entrevista Empática, bem como, os relativos aos anseios e dificuldades enfrentadas pelos alunos, apresentados no Mapa de Empatia, além dos requisitos apontados na etapa de *brainstorming* do Projeto Participativo, tiveram correspondência nas características do protótipo da atividade.

Após a experiência com o teste da proposta, com a análise através das lentes “do desejo” e “da praticabilidade” (IDEO, 2015), foi possível observar que a atividade teve boa aceitação por parte dos alunos, a **utilização de um projeto de caráter prático os manteve bem envolvidos na solução do problema**, relatando que se sentiram “aplicando a engenharia”. O fato do projeto ser comum às duas disciplinas permitiu que tivessem a **oportunidade de relacionar os conhecimentos de DT e GD**. E o uso de material empírico-concreto (maquete) também foi importante pois relataram que **“gostaram de tocar e ver o modelo físico da edificação em estudo”**.

E, considerando a lente “da viabilidade” (IDEO, 2015), foi possível também analisar os pontos em que a atividade deve ser aperfeiçoada, como no DT IA, com o fornecimento das proporções das edificações (nas fotos), facilitando a construção da perspectiva, e na GD IIA,

com mais tempo para uma explicação prévia sobre planificação de sólidos facetados e para a confecção da maquete.

A partir desse teste, as considerações sobre o que funcionou e o que deve ser aprimorado na atividade foi considerado na etapa de planejamento do Plano do projeto piloto. Além de indicadores que auxiliam a medir o sucesso da atividade, como os “observáveis” de cada etapa do trabalho dos alunos, qualidade do material entregue por eles, objetivos alcançados etc.

Lembrando que as etapas no *Design Thinking* não ocorrem de forma linear (IDEO, 2015), e sim iterativa - com o monitoramento do impacto das soluções, até que estejam prontas para serem completamente implementadas - e que, conforme Brown (2020), “as soluções de impacto devem estar contidas na zona de interseção das três lentes, de forma equilibrada”. Pretende-se dar continuidade a este estudo, após a defesa desta tese, realizando a etapa de avaliação nos próximos semestres, baseada nas observações anotadas na Matriz de *feedback*.

Mas, considerando também que, ao propor uma atividade nova, o professor costuma ter o cuidado e preocupação em adequá-la às características da disciplina, ao tempo disponível, à receptividade dos alunos, dentre outros aspectos - e isso, em geral, ocorre de forma empírica - os ajustes necessários estão muito ligados à experiência - à “expertise” - do professor. Assim, pode-se dizer que, **os experientes professores que participaram da construção do protótipo já consideraram etapas bem interligadas unindo as atividades das duas disciplinas**, e conhecendo um pouco o comportamento de seus alunos, sabiam que iriam se interessar e se envolver com tarefas desse tipo. Desta forma, acredita-se que não serão necessários muitos ciclos de aplicação/avaliação para que a atividade seja completamente implementada nas turmas de Engenharia Civil da UFRGS.

A atividade proposta é um primeiro passo no caminho que se desenhou como futuro para estas disciplinas de expressão gráfica, ela incrementa com algo novo as disciplinas envolvidas, e se mostrou viável para que se torne uma atividade corrente, além de ter oportunizado uma importante discussão entre os professores e a troca de experiências.

A abordagem metodológica utilizada nessa pesquisa - *Design Thinking* – permitiu o uso de técnicas que seguiram o rigor acadêmico necessário para uma pesquisa de doutorado,

assim como, permitiu espaço para a intuição e imaginação, utilizando-se dos elementos visuais do design e da cocriação, para a geração de conhecimento no campo do design e educação. E a experiência com a utilização do *Design Thinking*, permitiu desenvolver todo o processo de elaboração de atividades interdisciplinares dos *insights* à implementação de uma delas, como teste de protótipo.

O item a seguir apresenta as **diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS**, objetivo principal da pesquisa.

6.2 DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES

As diretrizes visam responder ao problema de pesquisa **“Como construir propostas de atividades interdisciplinares, que oportunizem o exercício de competências técnicas e atitudinais referidas nas DCN’s, nas disciplinas de expressão gráfica de cursos de Engenharia Civil?”**.

Assim, como resultado objetivo desta pesquisa, as diretrizes foram elaboradas considerando o design centrado no ser humano e seguindo uma sequência de pensamentos divergente / convergente, de forma iterativa, utilizando uma abordagem multidisciplinar, colaborativa e experimental. São, portanto, fruto do experimento baseado no emprego da abordagem metodológica do *Design Thinking* na educação, seguindo as etapas descritas e realizadas conforme o relato nos capítulos anteriores, refletindo também os objetivos específicos definidos para esta pesquisa.

As oito diretrizes resultantes desse trabalho são listadas e comentadas a seguir.

6.2.1 Consulta aos alunos – Preparação através da construção da Empatia

A consulta aos alunos é uma importante estratégia pois permite compreender o problema segundo a perspectiva de um dos usuários mais importantes, e dela podem surgir grandes oportunidades e *insights*, direcionando as soluções segundo as “lentes do desejo” do usuário.

Ela permite aos professores o acompanhamento das mudanças de perfil, de interesses, de comportamento, e aos alunos, permite a reflexão sobre as disciplinas que estão cursando e seu próprio comportamento e motivação sobre como estão conduzindo sua vida acadêmica, podendo vir a impactar suas atitudes futuras, como por exemplo, no nível de responsabilidade e envolvimento ao trabalhar em equipe e competências técnicas que se espera que desenvolva cursando as disciplinas.

Essa consulta pode ser periódica (semestral ou anual) e realizada através de um questionário *on-line* que lhes garanta o anonimato. As questões podem ser abertas ou de múltipla escolha e devem abordar questões relativas ao comportamento do aluno com relação às disciplinas, suas preferências metodológicas, interesses, dificuldades etc. Deve ser encarada como a investigação do perfil do usuário, para que o professor não conceba suas estratégias de ensino embasado somente em suas próprias experiências.

6.2.2 Reuniões dos professores – Preparação através da reflexão sobre o contexto

Promover reuniões ou seminários com os professores de forma a oportunizar mais interação entre eles, favorecendo a troca de experiências sobre metodologias de ensino. Esta prática permite que uns conheçam as disciplinas dos outros e percebam as interações possíveis (através do mapeamento dos assuntos abordados e dos cronogramas), bem como, proporcionem momentos de reflexão sobre as disciplinas, incentivando o trabalho em parceria.

Considerando que o professor universitário tem sua formação centrada no conhecimento técnico de sua área, por exemplo, os professores do curso de engenharia são normalmente engenheiros, arquitetos, matemáticos ou profissionais de áreas afins, é bastante importante que tenham oportunidade de refletir sobre suas práticas didáticas. Pois, no contexto da docência universitária, é exigido que apresentem o domínio técnico, estejam atualizados em suas áreas de conhecimento, assim como dominem as metodologias e tecnologias aplicadas ao ensino.

Por isso, reuniões entre professores têm também o objetivo de proporcionar maior engajamento com atividades que incrementem e melhorem o ensino-aprendizagem, desenvolvendo habilidades e competências do profissional (professor) do futuro. Também

proporcionam abertura para aplicação de metodologias de ensino mais centradas nos alunos, assertivas a diferentes perfis de estudantes e que possibilitem o exercício de habilidades e competências importantes aos profissionais de engenharia atualmente.

Esses momentos de interações podem ser promovidos pelo departamento ou pelos professores interessados em propor atividades que interliguem suas disciplinas. Podem ocorrer periodicamente (bianuais), no formato de um grupo focal, ou conforme a necessidade e demanda.

6.2.3 Geração de alternativas de atividades – Geração de Ideias

A partir dessas iniciativas que proporcionam trocas de experiências, grupos de professores, reunidos por afinidade ou por interesses comuns em desenvolver atividades interdisciplinares, devem elencar demandas de suas disciplinas. Essas demandas, juntamente com as informações sobre o perfil do aluno, as possíveis metodologias aplicáveis, e o mapeamento dos assuntos das disciplinas envolvidas, servirão como preparação para a geração de alternativas. E essas informações devem ser organizadas de modo a obter *insights* para a geração de alternativas de soluções de atividades para as disciplinas em questão.

Para que as atividades sejam elaboradas de forma criteriosa, esses pequenos grupos, podem servir-se de várias ferramentas, nesta pesquisa foi realizada uma reunião de *brainstorming*, que parece bem adequada para estimular e explorar amplas possibilidades entre um grupo de especialistas, como é o caso dos professores universitários.

Durante a geração de alternativas no *brainstorming*, ocorre uma profusão de ideias (fase divergente), que devem ser agrupadas por semelhança, afinidade, complementaridade, observando os assuntos envolvidos, pré-requisitos, conhecimentos prévios, metodologia, critérios de avaliação, recursos necessários etc., para posteriormente serem selecionadas (fase convergente).

Essa ferramenta tem o objetivo de projetar soluções, levantando o maior número de possibilidades de atividades que envolvam os conteúdos de interesse do grupo em suas disciplinas. Esses conteúdos devem reforçar o exercício das habilidades e competências técnicas em expressão gráfica, como visão, percepção e raciocínio espacial, e as atividades de aprendizagem devem permitir exercitar as habilidades em comunicação, trabalho em

equipe, aprendizagem autônoma, criatividade etc., priorizando a integração da teoria com a prática e o contexto de aplicação, o que pode ser alcançado através da aplicação de metodologias ativas, como foi abordado no referencial teórico deste trabalho.

6.2.4 Seleção das alternativas mais viáveis

Para selecionar as atividades mais viáveis, o grupo deve usar ferramentas de seleção de alternativas, baseadas na definição de critérios para a análise das alternativas geradas. Este é mais um momento de reflexão e uma oportunidade de melhoramento do procedimento a ser executado com os estudantes. Os critérios devem levar em consideração os desejos das partes interessadas (alunos e professores), convertidos em requisitos, e a escolha deve relacionar os prós e contras, as virtudes e fraquezas.

Muitas ferramentas indicam a atribuição de pesos para os diferentes critérios, resultando em um ranqueamento, além do uso de notas para o desempenho das alternativas perante cada critério, assim a alternativa com maior pontuação, somados todos os critérios, deve ser selecionada para a próxima etapa. A forma como a alternativa é de fato selecionada é uma opção do grupo de professores, contudo é importante que a decisão seja baseada de forma assertiva em argumentos discutidos e compreendidos pelo grupo e por meio de uma reflexão técnica.

6.2.5 Refinamento e definição do enunciado da atividade

A partir da alternativa escolhida, o grupo deve fazer um “esquema”, diagrama ou esboço das etapas da atividade, propiciando que todos visualizem e entendam a ideia. Nesta etapa do planejamento da atividade recomenda-se a organização proposta por Grassi (2022)¹, que considera os aspectos gerais da atividade e permite refletir sobre os objetivos, orientando assim a estratégia. Esse esquema deve considerar as características da atividade, as etapas em cada disciplina, os “observáveis” (indicadores de aprendizagem) e os conhecimentos prévios dos alunos, buscando um nível crescente de dificuldade durante as etapas do trabalho.

¹ As orientações do Planejador de aulas para a aprendizagem significativa em GD de Grassi (2022), é abordada no item 4.3.6 Prototipagem e Teste do protótipo e no item 5.4.1 Prototipagem.

O Planejamento da aplicação da atividade deve especificar tudo o que precisa ser feito para que seja testada, ajustada, e avaliada antes de ser implementada. Considerando os recursos, a divisão de tarefas entre os envolvidos, seleção das turmas e definição dos grupos de alunos, e ainda como será realizada a medição do sucesso da atividade e o *feedback* para os estudantes.

6.2.6 Definição das turmas

Esse planejamento também deve envolver a definição das turmas. **No caso específico das disciplinas de expressão gráfica oferecidas aos cursos de engenharia da UFRGS**, em função do sistema de matrículas, são oferecidas mais de uma turma da mesma disciplina em horários variados, cabendo ao aluno fazer uma escolha, na hora da matrícula, em função da preferência por cursar a disciplina em um horário ou outro. Decorre disto que, as turmas da mesma disciplina sejam compartilhadas entre cursos de engenharia. Assim, os alunos matriculados em uma turma de GD, por exemplo, podem não ser exatamente os mesmos de uma turma de DT, da mesma etapa do curso.

Para contornar essa característica, **caso a atividade envolva o trabalho em grupos e seja imprescindível que este seja mantido de uma turma para outra**, deve-se buscar selecionar aquelas com o máximo de alunos em comum. Neste caso, conforme o cronograma de realização das etapas da atividade em cada disciplina, recomenda-se organizar os grupos previamente, mantendo um núcleo de alunos em comum, de uma etapa da atividade para outra, e **considerar que alguns alunos participarão de uma etapa e não de outra**.

No caso de as atividades envolverem alguma **turma de EG e outra disciplina mais adiantada do curso**, em que seja possível proporcionar a interdisciplinaridade com grupos de alunos completamente diferentes (distintas etapas do curso), trabalhando de forma conjunta e sem que seja necessária uma continuidade de etapas, essa característica das turmas mistas provavelmente não influenciará ou atrapalhará o resultado.

6.2.7 Execução da atividade

A execução da atividade deve focar nos objetivos didáticos, enfatizando o processo de aprendizagem do aluno. Neste momento, os professores são mediadores e devem conduzir a

atividade. Desta forma o registro é importante para embasar os comentários a serem devolvidos aos alunos, bem como para fundamentar o processo de avaliação dos resultados.

Ao colocar em prática a atividade planejada, devem ser anotadas todas as observações relevantes: aspectos positivos, o que deu certo, as críticas positivas, o que pode ser aperfeiçoado, e ideias que surgirem durante a aplicação da atividade. Essas anotações têm o objetivo de apresentar um *feedback* aos alunos, assim como, de avaliar diferentes aspectos da atividade para realizar futuros ajustes, permitindo entender mais profundamente as necessidades e expectativas dos usuários (alunos e professores), conhecer novos aspectos do contexto, e analisar novamente o protótipo segundo as lentes do desejo, praticabilidade e viabilidade. Assim a fase de execução da atividade tem a característica de somar experiência e repertório aos professores, melhorando suas propostas futuras.

Ao ser aplicada pela primeira vez, a partir das observações, o grupo deve elaborar um plano de implementação mais detalhado para a atividade e com ajustes que considerem os recursos necessários, a divisão de tarefas entre os envolvidos e como será realizada a medição do seu sucesso. Esta fase se mescla com a seguinte pois apresenta elementos de avaliação dos resultados alcançados.

6.2.8 Avaliação da atividade

A etapa de avaliação permite que se faça uma reflexão sobre a experiência, ela deve considerar as aprendizagens e desafios enfrentados durante a implementação, se teve êxito ou não, e se as soluções encontradas ainda precisam de adequações. Este é um processo interativo podendo ser necessárias várias etapas de aplicação e ajustes até a implementação da atividade de forma corrente. Esta avaliação deve considerar também a reflexão sobre a continuidade da aplicação da atividade, ou se é oportuna a troca por uma atividade que explore outros conceitos.

Ao longo da realização desse trabalho concluiu-se que, essa forma de planejar atividades interdisciplinares, pode auxiliar professores na integração de disciplinas de expressão gráfica também com disciplinas de outras etapas mais avançadas do curso, tendo em vista a aplicação destes conhecimentos na representação gráfica de todos os projetos de engenharia. Tal prática enriquecerá ainda mais as trocas de experiências entre professores de

diferentes áreas, proporcionando aos alunos uma maior percepção da aplicação destes conhecimentos no seu futuro profissional.

Assim, ao final deste trabalho, com o intuito de facilitar ainda mais a aplicação destas diretrizes no dia-a-dia dos professores, propõe-se um esquema, para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares, apresentado na Figura 40.

Figura 40 – Esquema de aplicação das diretrizes para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares.



Fonte: elaborado pela autora.

O esquema mostra como aplicar as oito diretrizes de forma mais abrangente e genérica, em diversas situações que podem envolver: somente as disciplinas de expressão gráfica; disciplinas de expressão gráfica e outras mais avançadas do curso; disciplinas de expressão gráfica de outras engenharias ou de outros cursos como arquitetura e design; disciplinas de mesma etapa ou de etapas diferentes do curso etc.

Desta forma, seguindo a sequência de 1 a 8 do esquema, serão cumpridas as etapas de compreensão do problema, geração de alternativas, planejamento da atividade, sua execução e avaliação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Design Thinking* pode ser utilizado como apoio às mudanças na cultura das instituições de ensino superior, auxiliando os educadores com novas maneiras de criar soluções em conjunto (TSCHIMMEL e SANTOS, 2018). Neste trabalho foi utilizado para elaborar novas experiências de aprendizagem, e, por sua abordagem criativa e colaborativa, enriqueceu a reflexão dos educadores sobre seu novo papel como facilitadores da aprendizagem.

Um dos pressupostos dessa pesquisa era de que o uso das estratégias do *Design Thinking* poderia contribuir para facilitar a identificação de oportunidades de interdisciplinaridade na área de expressão gráfica, o que veio a se confirmar. Além disso, considerando o ensino universitário, acredita-se que é possível extrapolar o estudo, não somente para a área de expressão gráfica, mas para áreas diversas de cursos que envolvem projetos práticos, considerando as diretrizes de forma mais genérica.

A etapa de compreensão do problema, oportunizou uma visão ampla, tanto das disciplinas (como são ministradas atualmente, os problemas e dificuldades enfrentados no ensino aprendizagem, e a visão dos professores para o futuro delas), quanto com relação à percepção dos alunos sobre essas disciplinas. E permitiu também compreender um pouco mais sobre as mudanças de comportamento e de perfil do aluno de Engenharia Civil da UFRGS.

A participação dos professores nessa pesquisa foi fundamental, e desencadeou um movimento de mudança em suas disciplinas, despertando interesse de alguns professores em realizar alterações nas suas aulas, utilizar outros recursos de avaliação etc., isso ocorreu pela oportunidade que tiveram de trocar experiências, de saber como cada um dos colegas estão enfrentando as mudanças de comportamento dos alunos, como estão readequando suas aulas, e que metodologias utilizam. O que demonstrou a importância dessas oportunidades de diálogo e troca de experiências entre os colegas de departamento.

Outro pressuposto era de que o uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem poderia contribuir para o exercício de competências e habilidades necessárias aos profissionais em projetos de engenharia, o que também se confirmou, com a aplicação de

uma atividade interdisciplinar que envolveu aprendizagem cooperativa e aprendizagem baseada em projetos.

A avaliação deve estar alinhada com a metodologia de ensino utilizada. Metodologias centradas no estudante requerem acompanhamento e avaliação contínuos, processuais, com feedback constante aos alunos. Essa abordagem possibilita identificar obstáculos e definir estratégias para superá-los, como destaca o Parecer CNE (BRASIL, 2019a) sobre a aplicação das DCNs na Graduação em Engenharia. Dessa forma, é possível acompanhar o ritmo de aprendizagem dos alunos e promover sua consciência sobre o próprio percurso de aprendizagem, resultando em maior engajamento e motivação.

O trabalho em grupos, em que todos os membros da equipe desenvolveram as tarefas juntos, favoreceu o compartilhamento de ideias, a comunicação em múltiplas linguagens e o desenvolvimento de autonomia. O fato de a atividade envolver também um projeto interdisciplinar, baseado no trabalho coletivo, trouxe um envolvimento muito expressivo dos alunos com as tarefas, eles sentiram-se motivados, expressando-se com comentários positivos. Foi possível perceber que trabalharam em conjunto, favorecendo a socialização e a construção coletiva do conhecimento, além de exercitar a comunicação gráfica e oral.

Essas competências não são facilmente medidas, e não foram consideradas como “observáveis” no momento de elaboração do protótipo, porém foram observadas pelos professores durante a aplicação da atividade, pelo comportamento e comentários dos alunos. Considera-se também que, com a aplicação desta atividade interdisciplinar de forma corrente, juntamente a outras que virem a surgir, mais oportunidades os alunos terão de exercitarem essas habilidades e competências tão necessárias aos profissionais atualmente.

Soma-se a isso a importância do conhecimento da expressão gráfica na formação em engenharia e a necessidade de um planejamento estratégico para o futuro dessas disciplinas, em função das diretrizes curriculares dos cursos e das competências necessárias ao profissional de engenharia atualmente.

Desta forma, o conhecimento gerado a partir dessa pesquisa pode ser extrapolado para essas e outras disciplinas, servindo como base para a concepção e desenvolvimento de novas atividades, visando a melhoria do ensino e aprendizado, bem como fornecendo suporte a outros pesquisadores para aprimorar ou desenvolver alternativas de interdisciplinaridade.

Assim acredita-se que as diretrizes, resultantes da aplicação da abordagem do *Design Thinking* na educação, possam auxiliar os professores universitários na proposição de novas atividades, facilitando o caminho dos *insights* à sua implementação. E espera-se que o resultado deste trabalho torne a interdisciplinaridade uma prática corrente, disseminando também o uso de metodologias ativas, na esperança de que os alunos tenham mais oportunidades de realizar atividades integradoras entre as disciplinas e permitindo o exercício de habilidades e competências importantes para sua formação em engenharia.

7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dando seguimento a esta pesquisa, podem ser desenvolvidos os protótipos das outras duas atividades “Projeto Geométrico Integrado” e “Projeto com Blocos”, para posteriormente as soluções serem testadas e aprimoradas até que seja possível implementá-las completamente. E avaliar o rendimento das turmas antes e após a aplicação das atividades, monitorando os resultados de forma sistemática para a realização de ajustes.

Após a realização da Entrevista Empática, ficou clara também a possibilidade de haver uma junção das disciplinas de GD, sendo oferecida aos cursos de Engenharia Civil uma disciplina de 4 créditos semanais (com os assuntos das atuais GD IIA e GD III). Desta forma, um leque maior de possibilidades de conexões entre os assuntos de GD e DT IA se abre, proporcionando interdisciplinaridade e aumentando a quantidade de exemplos de aplicação dos assuntos estudados.

Outra possibilidade para futuros trabalhos é a criação de atividades interdisciplinares envolvendo as disciplinas de expressão gráfica e as demais disciplinas do curso de Engenharia Civil, em que esses assuntos são aplicados na representação gráfica de projetos de engenharia.

Assim como, o estudo de técnicas para avaliação do perfil do aluno, para que ocorra de forma sistemática e frequente, com o objetivo de identificar as mudanças de comportamento e estilo de aprendizagem, permitindo a elaboração de atividades de forma mais assertiva. E o estudo e reflexão sobre o planejamento estratégico do departamento (DEG), considerando que oferece disciplinas de EG para diferentes cursos de engenharia, analisando o posicionamento das mesmas e adequando-as às necessidades dos cursos.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, L. C. **A importância de uma formação em engenharia mais contextualizada e aderente aos desafios do setor aeronáutico.** In: O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília: CNI, 2021. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/6/o-futuro-da-formacao-em-engenharia-uma-articulacao-entre-demandas-empresariais-e-boas-praticas-nas-universidades/>> Acesso em: junho, 2021.

ALENCAR, L.; BARROS, K.; COSTA, K.; TOLEDO, A. **A utilização do BIM como ferramenta de ensino no brasil: uma revisão bibliométrica e sistemática.** Revista Ímpeto, Nº 13 V. 2, Maceió, p. 51-65, 2023. ISSN: 1983-6171. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistaimpeto/issue/view/739/391> Acesso em 25/04/2024.

ALVES, M. C. A. **Geometria Descritiva: um comparativo entre o uso de instrumentos tradicionais de desenho e o computador.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade. 2008.

AMORIM, A. L. **Os desafios da Educação Gráfica.** Prefácio. Revista Educação Gráfica, Ano 2012, V16, no. 1., 2012.

ANNING, A. **Learning to draw and drawing to learn.** International Journal of Art & Design Education, v. 18, n. 2, p. 163-172, 1999. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1468-5949.00170>> Acesso em: abril, 2021.

ARTANO-PÉREZ, K.; BASTARRIKA-IZAGIRRE, A.; DELGADO-TERCERO, R.; MARTINEZ-BLANCO, P.; MESANZA-MORAZA, A. **Coordination and cooperative learning in engineering studies.** In: Advances in Intelligent Systems and Computing 527, pp. 701-710, 2017.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática /** Org. Lilian Bacich, José Moran. Porto Alegre: Penso, 2018. 238p.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto Integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem.** [livro eletrônico] Barueri, SP: Manole, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348686746_Projeto_Integrado_de_Produtos_planejamento_concepcao_e_modelagem>. Acesso em: agosto, 2022.

BANDEIRA, R. H. S.; LADEIRA, A. S. A.; ROQUE, P. F.; OLIVEIRA, Y. P.; MOLINA, M. L. A. **Relato de experiência: cenário do Building Information Modeling (BIM) na graduação em Engenharia Civil no Brasil.** Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, Volume 16, nº 2, ISSN 2318-0692, 2022.

BARISON, M.B. **Desenvolvimento da percepção espacial e expressão gráfica.** Seminário: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v.19/20, n.3, p.9-22, 1999 a.

BARISON, M. B. **Avaliação em Desenho e Geometria**. Seminário: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v.19/20, n.3, p.23-34, 1999 b.

BARAUNA, D. **Design e sua Cultura de Projeto Transdisciplinar para a Educação em uma Era de Mudanças**. In: *Projetando cenários futuros na educação [livro eletrônico]* / organizadores Gustavo Severo de Borba, Isa Mara da Rosa Alves, Debora Barauna] -- Porto Alegre: Ed. dos autores, 2021. p. 14-20. ISBN 978-65-22197-8

BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para design de novos produtos**. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

BECHARA, J. J. B. **Design Thinking: estruturantes teórico-metodológicos inspiradores da inovação escolar**. 151p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Educação - Area de concentração: Formação, Currículo e Práticas Pedagógicas) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BENEDETTO, H.; BERNARDES, M. M. S.; PIRES, R. W. **Ensino de BIM no Brasil: Análise do Cenário Acadêmico**. In: *Informática na Educação: teoria e prática*. Porto alegre, v. 20, n. 2, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320742173_ENSINO_DE_BIM_NO_BRASIL_-_Analise_do_Cenario_Academico> Acesso em: dezembro, 2021.

BERGAMINI C. E.; BERGAMINI, G. B. **As habilidades perdidas: sobre a exclusão de desenho e geometria descritiva dos currículos escolares e suas consequências**. Anais. Cultura e Interatividade: o desenho em sua multifaces. In: XII Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade da Universidade Estadual de Feira de Santana, dezembro, 2017.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomy of Educational Objectives: the classification of educational goals**. London: Longmans, Green and Co. Ltda., 1956.

BORBA, G. S.; BARAUNA, D.; MARLUCCI, S.; LUFT, L. M. **Como o Design Estratégico pode contribuir para transformar a sala de aula no ensino superior?** In: *Projetando cenários futuros na educação [livro eletrônico]* / organizadores Gustavo Severo de Borba, Isa Mara da Rosa Alves, Débora Barauna] -- Porto Alegre: Ed. dos autores, 2021. p. 101- 128. ISBN 978-65-22197-8

BORGES, M. M. **O uso de modeladores tridimensionais paramétricos na formação de competências de representação gráfica e raciocínio espacial no processo de projeto**. In: *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, V.11, n. 1, p. 21-37, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/issue/view/8160/627>> Acesso em 30/07/2019.

BOTTURA, R. A. **Aprendizagem por Equipes (TBL): estratégia em aulas de história da arquitetura**. *Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente*, V.3, n.3, dezembro, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Lei nº9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.**– Brasília: 1996. Disponível em: <http://https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm> Acesso em 29/07/2019.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) – Conselho Nacional de Educação – **Diretrizes Nacionais Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia.** Parecer CNE nº1/2019. (2019a) Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>> Acesso em: set/2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Conselho nacional de Educação. **Resolução nº2 CNE/CES, de 24 de abril de 2019.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. (2019b) Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/atos-normativos--sumulas-pareceres-e-resolucoes/33371-cne-conselho-nacional-de-educacao/74471-resolucoes-cne-ces-2019>> Acesso em: julho 2021.

BRASIL. Decreto no. 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>> Acesso em: março, 2022.

BROWN, T. ***Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*** [recurso eletrônico] / Tim Brown tradução Cristina Yamagami – Edição Comemorativa – Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2020.

BRUNO, F. B. **Learning design baseado em padrões pedagógicos para a elaboração de objetos de aprendizagem generativos: uma aplicação no ensino em Design.** 2011. 175f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CAMARGO, F. **Desenvolvimento de competências por meio de estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa.** In: Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno / Org. Blasius Debal. Porto Alegre: Penso, 2020. 110p.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.** Porto Alegre: Penso, 2018.

CARRARO, J. F. J.; BEHREZ, M. A. **Metodologia ativa de aprendizagem fundamentada no pensamento complexo: uma vivência no curso de Arquitetura e Urbanismo.** 9º Seminário Internacional PROJETAR - Arquitetura e cidade: Privilégios, conflitos e possibilidades. Anais.. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, outubro, 2019.

CARVALHO, G. L.; CAVALCANTI, A. C. R.; SOUZA, F. A. M. **A integração das disciplinas gráficas nos cursos de Engenharia Civil através da computação gráfica.** Engenharias, Ciência e Tecnologia 6 [recurso eletrônico], Organizador Luis Fernando Paulista Cotian, Capítulo 7. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

CARVALHO, G. L.; SILVA, L. P.; CAVALCANTI, A. C.; SOUZA, F. A. M. **The integration of graphic geometry disciplines in civil engineering through computational Technologies.** Brazilian

Journals of Business, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 1518-1529, abr./jun. 2020. ISSN 2596-1934 Disponível em: <<https://brazilianjournals.com/index.php/BJB/article/view/11579/9663>> Acesso em: março, 2022.

CAVALCANTI, C. M. C. **Contribuições do *Design Thinking* para concepção de interfaces de Ambientes Virtuais de Aprendizagem centradas no ser humano**. 2015. 254p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAVALCANTI, C. C.; FILATRO, A. C. ***Design Thinking* na educação presencial, a distância e corporativa**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 253p. ISBN: 978-85-472-1578-1

CAVALCANTI, A. C.; SOUZA, F. A. M.; CARVALHO, G. L. **Revisitando o ensino da geometria descritiva no curso de Engenharia Civil da UFPE: velhos caminhos, novos rumos**. Anais.. Conferência Geometrias & Graphica, 2015.

CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil**. Anais.. III ENANPARQ - Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva. São Paulo, 2014.

CHOI, J. **Sex Differences in Spatial Abilities in Humans: Two Levels of Explanation**. In: Vokey, J. R.; Allen, S. W. Psychological Sketches, Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 5ª ed., 2001.

CN-DCNs – Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Nacionais Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. Confederação Nacional da Indústria - CNI, Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura – CONFEA, Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE, Conselho Nacional de Educação (CNE) - Ministério da Educação. **Relatório Síntese**. 63p., 2020. Disponível em: <abenge.org.br/file/RelatorioSintese%20_CN-DCNs_final.pdf> Acesso em: julho, 2021.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades**. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília: CNI, 2021. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/6/o-futuro-da-formacao-em-engenharia-uma-articulacao-entre-demandas-empresariais-e-boas-praticas-nas-universidades/>> Acesso em: junho, 2021.

CONKLIN, J. **The Age of Design**. Cognexus Institute. 22p. Disponível em: <<http://www.cognexus.org/ageofdesign.pdf>>. Acesso em: setembro, 2021

CONSONI, G. B.; MARTINS, P. E. R.; MIRANDA, A. E. **Design de interfaces de interação de objetos de aprendizagem aplicados no ensino de desenho técnico**. Actas de Diseño, Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, Vol. 36, pp. 195-198 ISSN 1850-2032. Julho, 2021. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/223689/001127145.pdf?sequence=1>> Acesso em: abril, 2022.

CORTELAZZO, A. L.; FIALA, D. A. S.; PIVA JR, D.; PANISSON, L.; RODRIGUES, M. R. J. B. **Metodologias ativas e personalizadas de aprendizagem: para refinar seu cardápio metodológico**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018. 224p.

DEBALD, B. **Ensino superior e aprendizagem ativa: da reprodução à construção de conhecimentos**. In: Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno / Org. Blasius Debalde. Porto Alegre: Penso, 2020. 110p.

DIAS, H. H. C.; MOHAMAD, G. **Reflexões acerca das novas Diretrizes Curriculares Nacionais na formação do engenheiro civil**. In: Anais XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE – COBENGE, Caxias do Sul, Brasil, dezembro, 2020.

DIEHL, A.A.; TATIM, D.C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004

D.SCHOOL. Institute of Design at Stanford. **Bootcamp Bootleg** [recurso eletrônico] traduzido para espanhol por Lantern, 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12S3fWYpaaL_Wr2GRyhEKesN3Z3Xp4jls/view> Acesso em: abril, 2022.

FARIAS, M. S. F.; SILVA, D. C. **Metodologias ativas e mídias interativas: jogos de tabuleiro**. 12° P&D 2016 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Blucher Design Proceedings, n. 2, V. 9. Belo Horizonte – MG, outubro, 2016.

FERNANDES, S. V.D. H.; MIRANDA, A. E. **Vídeos de Apoio aos exercícios de Desenho Técnico: Esboço Criativo** [Recurso Educacional], 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/147922>> Acesso em: abril, 2022.

FERRAZ, T. G. A.; MINHO, M. R. S.; ARAÚJO, R. G. B.; LORDELO, S. N. B.; NOGUEIRA, T. B. R. **Experiências do SENAI-CIMATEC na reformulação da graduação em engenharia: do desenho curricular à avaliação da aprendizagem**. Capítulo 4, p 85-101, Brasília, 2021. In: O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/6/o-futuro-da-formacao-em-engenharia-uma-articulacao-entre-demandas-empresariais-e-boas-praticas-nas-universidades/>> Acesso em: junho, 2021.

FERREIRA, L.; BUENO, M. **Concepções de professores a respeito das dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem de disciplinas gráficas**. Revista Educação Gráfica, Bauru, No. 8, p.33-38, 2004.

FIALHO, B. C.; COSTA, H. A.; LOGSDON, L. FABRÍCIO, M. M. **CAD and BIM tools in Teaching of Graphic**. In: Anais SIGRADI 2018 TECHNOLÓGICAS - XXII Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital, 22th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, São Paulo: novembro, 2018.

FRAGA, P. G. R. **Modelo para avaliação de competências orientadas ao empreendedorismo no Design**. 2020. 290f. Tese (Doutorado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

FUNDAÇÃO EDEX **Habilidades para a vida**. Bilbao, Espanha. [documento eletrônico] 2022. Disponível em: <<https://www.habilidadesparalavida.net/>> Acesso em: abril, 2022.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY FILHO, A. A. **Contribuições para o Ensino do Projeto Arquitetônico: Por um novo paradigma**. 234 f. Dissertação de Mestrado. Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014.

GONSALES, P. **Design Thinking e a ritualização de boas práticas educativas**. São Paulo: Instituto Educadigital, 2017. 88p.

GRASSI, D. **Proposta de artefato digital para orientar o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva a partir do design centrado no usuário**. 2022. 184f. Tese (Doutorado em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

HARARI, Y. N. **21 Lições para o século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

HEIDERMAN, L. A.; GIONGO, S. L.; MORAES, K. R. M. **Evadir ou persistir? Uma disciplina introdutória centrada no fomento à persistência nos cursos de licenciatura em Física**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 160-188, jan./jun. 2020.

HIGASHI, P.; PEREIRA, S. G. **Estudo prévio: sala de aula invertida**. In: Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno / Org. Blasius Debal. Porto Alegre: Penso, 2020. 110p.

HOFFMANN, A. T.; JACQUES, J. J.; SILVA, T. L. K.; SILVA, R. P. **Revisão sistemática da literatura: metodologias ativas de ensino-aprendizagem e sua utilização nos cursos de design, engenharia e arquitetura**. In: OLIVEIRA, G. G. de; NÚÑEZ, G. J. Z. Design em Pesquisa - Volume 3. Porto Alegre: Marcavisual, 2020. cap. 2, p. 34-54. E-book. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>> Acesso em: fevereiro, 2022.

IDEO. **Kit Design Thinking para Educadores** [recurso eletrônico], Instituto Educadigital. 1ª. Edição. Traduzido em português, 2013. Disponível em: <<https://www.ideo.com/post/design-thinking-for-educators>>. Acesso em: abril, 2022.

IDEO. **HCD Human Centered Design Kit de ferramentas** [recurso eletrônico] 2ª edição, traduzido em português, 2015. Disponível em: <<https://www.ideo.com/post/design-kit>> Acesso em: abril, 2022.

JAPUR, L. M. D. **Habilidades espaciais e entendimento geométrico dos calouros na engenharia: um diagnóstico necessário.** 2021. Dissertação (Mestrado em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

JOLY, R. A. M. C.; PIETRO, G.; MUNER, L. C.; DA SILVA, D. V. **Visualização espacial e desempenho em matemática no ensino médio e profissional.** Avaliação Psicológica, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 181- 191, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=335027286009>>. Acesso em: março, 2022.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice.** Detroit: Wayne State University Press, 1990.

KOH, J. H. L.; CHAI, C. S.; WONG, B.; HONG, H. Y. **Design Thinking for Education: Conceptions and Applications in Teaching and Learning.** E-Book. Singapore: Springer, 2015.

KRIMBERG, L. **Diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos educacionais: um foco no sujeito mobile.** Porto Alegre, 2018. 100 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KRIPPENDORFF, K. **Human-centered design: a cultural necessity.** Estudos em Design, Rio de Janeiro, v.8, n.3, p. 89-98, setembro, 2000. Disponível em: <http://periodicos.anhemi.br/arquivos/Hemeroteca/Periodicos_MO/Estudos_em_Design/107170.pdf > Acesso em: maio, 2022.

LIMA, W.E.F.; MELO, L.A.P.; MELO, R.S.S.; GIESTA, J.P. **Interfaces entre o curso de Engenharia Civil da UFRN e BIM: Uma análise da matriz curricular** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/200>> Acesso em: março, 2022.

LORENZATO, S. **Educação infantil e percepção matemática** [livro eletrônico] / Sergio Lorenzato. – 1. Ed. – Campinas, SP: Autores Associados, 2017. – (Coleção Formação de Professores) 2Mb; ePub. ISBN 978-85-7496-386-0.

MARQUES, J. C.; CHISTÉ, P. S. **O Ensino do Desenho Técnico: uma Proposta Interdisciplinar.** Anais do CIAIQ, 2016: 5º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa em Educação. Vol. 1, P. 1178-1187, Portugal, 2016. Disponível em: <<https://www.proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/716/704>> Acesso em março, 2022.

MATSUBARA, G. Y.; ROSSINI, T. C. N. **Reflexões sobre o ensino de engenharia: desafios no exercício da docência.** Revista de ensino de Engenharia, V. 39, p. 417-419, 2020. ISSN-2236-0158.

MAZINI, S. R.; LEONI, J. N.; LEITE, S. S.; MORAES, P. A. V. **The application of project based learning through integrative projects as a hands-on methodology for the development of competencies.** In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education 8, Anais, pp. 552-559, 2018.

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2018). **Governo federal lança estratégia para promover inovação na indústria da construção**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/component/content/article?id=3296>> Acesso em: novembro, 2021.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. In: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, V.18, n. 22, 1º semestre, 2011.

MENEZES, A. M.; PONTES, M. M. **BIM e o ensino: possibilidades na instrumentação e no projeto**. SIGRADI 2012 Anais. Anais. In: SIGRADI 2012 - FORMA (IN) FORMAÇÃO. Fortaleza, CE: 2012.

MICHELETTO, R. F. **A mediação docente e o protagonismo estudantil**. In: Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno / Org. Blasius Debal. Porto Alegre: Penso, 2020. 110p.

MILLER, R. K. **Lessons from the Olin College Experiment**. Issues in Science and Technology. Vol. XXXV, nº 2, 2019. Disponível em: <<https://issues.org/lessons-from-the-olin-college-experiment/>>. Acesso em: junho 2021.

MILLS, J. E.; TREAGUST, D. F. **Engineering Education — Is Problem based or Project based Learning the Answer?** Australasian Journal of Engineering Education, The Australasian Association for Engineering Education Inc., Sydney, 2003, ed. 2003-04, 20 dez. 2003. Disponível em <http://www.aee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf>. Acesso em: maio, 2021.

MONTENEGRO, G. A. **Desenho arquitetônico**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2018.

MORAIS, A. M.; CALDEIRA, B. C.; LIMA, R. M.; NAGAI, W. A. **Team-Based Learning in an Engineering course: an experience in Brazil**. In: Proceedings.. of the PAEE/ALE'2019, 11th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 16th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE). Tunisia, 2019. Volume 9. pp.84- 91.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática/ Org. Lilian Bacich, José Moran. Porto Alegre: Penso, 2018. 238p.

MOREIRA, B. R. **Guia Prático do Design Thinking: aprenda 50 ferramentas para criar produtos e serviços inovadores**. [Recurso Eletrônico] 2018.

NASCIMENTO, R. A.; BENUTTI, M. A. **Estruturas Geométricas: Forma e Função no Design**. Geometria & Graphica Proceedings. 2015. Disponível em: <<http://www.aproged.pt/geg2015/proceedings1.pdf>> Acesso em 07/08/2019.

NORMAN, D. A. **O Design do dia a dia**. Tradução de Ana Deiró. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

OLIVEIRA, R. N. **Contribuições do Desenho Geométrico para a apropriação de conceitos geométricos**. 2018. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2018.

OLIVEIRA, G. G. de; BERNARDES, M. M e S., BECKER, A, G. **Práticas de ensino de Desenho Técnico utilizando a ferramenta CAD no ensino emergencial remoto durante a pandemia da Covid-19.** In: OLIVEIRA, G. G. de; NÚÑEZ, G. J. Z. Design em Pesquisa - Volume 4. Porto Alegre: Marcavisual, 2021. cap. 1, p. 31-67. E-book. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>>. Acesso em: março, 2022.

PALAZZO, L. A. M.; ULBRICHT, V. R. **Educação colaborativa em redes sociais temáticas.** In: Inovação em práticas e tecnologias para aprendizagem / Raul Inácio Busarello, Patricia Biegling, Vania Ribas Ulbricht / Organizadores. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2015. 410p. Disponível em: www.pimentacultural.com Acesso em: dezembro, 2021.

PASSOS, J. E.; BARROS, B. R.; JAPUR, L. M. D. **Desenho técnico: vistas ortográficas faces inclinadas.** [Recurso Educacional]. 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/236263>> Acesso em: abril, 2022.

PAVANELLO, R. M. **O Abandono do ensino de geometria no Brasil: causas e consequências.** In: Revista Zetetike, Ano I, no. 1/1993.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. **A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil.** Revista Eletrônica Engenharia Viva, v. 1, n. 2, p. 17–30, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/ijaeedu/article/view/37589/24466>> Acesso em: março, 2022.

PÉREZ-MARTÍNEZ, J. E.; GARCIA, J.; MUÑOZ, I.; SIERRA-ALONSO, A. **Active learning and generic competences in an operating systems course.** In: International Journal of Engineering Education V. 26, n. 6, pp. 1484-1492, 2010.

PEIXOTO, V. V. **Estimulando a visão espacial em desenho técnico.** 2004. 93 f. Qualificação de Mestrado em Engenharia de Produção – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PINHEIRO, A. C. M. **A mediação docente na construção do raciocínio geométrico de alunos da licenciatura em matemática na disciplina de desenho geométrico.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, 2008.

PIRES, R W. **Proposta de framework para inovação no ensino de desenho técnico instrumentado nos cursos de formação profissional em nível superior.** 2019. Tese (Doutorado em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PIRES, R. W.; BERNARDES, M. M. S. **Considerações sobre o ensino de desenho técnico.** In: BERNARDES, M. M. S.; VAN DER LINDEN, J. C. S. (org.) Design em pesquisa I. Porto Alegre: Marcavisual, 2017. v. I. p. 383-401.

POHLMANN, M.; SILVA, F. P. **Use of Virtual Reality and Augmented Reality in Learning Objects: a case study for technical drawing teaching.** International Journal of Education and Research, Vol. 7, No. 1, janeiro, 2019.

POHLMANN, M.; ROSSI, W.; BRENDLER, C. F.; TIXEIRA, F.G.; KINDLEIN, W. **Transdisciplinaridade e integração de conteúdos da Geometria Descritiva, Desenho Técnico**

e modelagem na representação de micropartículas cristalinas. Revista Educação Gráfica, Ano 2015, V19, no. 3., 2015. ISSN 2179-7374

PRIESS, F. G. **Encantando o estudante para aprender.** In: Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno / Org. Blasius Debal. Porto Alegre: Penso, 2020. 110p.

RAZZOUK, R. SHUTE, V. **What is *Design Thinking* and why is it important?** Review of Education Research, v. 82, n, 3, p. 330-348, 2012.

REYES, E.; GÁLVEZ, J. C. **Experiencias Docentes en Innovación Educativa como mejora de una Enseñanza Tradicional de los Materiales de Construcción.** Formación Universitaria V.3, n.4, p. 13-24, 2010.

RIBEIRO, J. L. D.; NEWMANN, C. S. R. **Planejamento e condução de grupos focados.** In: Grupos Focados: teoria e aplicações. Editor, José Duarte Ribeiro. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, PPGEP/UFRGS, 2003.

RODRIGUES, E. F. **Avaliação e a tecnologia: a questão da verificação de aprendizagem no modelo de ensino híbrido.** In: Ensino híbrido: personificação e tecnologia na educação / Org. Lilian Bacich, Adolfo Tanzi Neto, Fernando de Mello Trevisani. Porto Alegre: Penso, 2015. 270p.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ANTAC - Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013

SANTANA, E. **Artigo: O que muda nos cursos de Engenharia com as novas diretrizes curriculares,** 2018. Disponível em: <<http://sengeba.org.br/artigo-o-que-muda-nos-cursos-de-engenharia-com-as-novas-diretrizes-curriculares/>> Acesso em: julho, 2021.

SANTOS, A. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins /** Aguinaldo dos Santos (org). - Curitiba, PR: Insight, 2018. 230p.

SANTOS, S. L. dos **Interface interativa bidimensional em um software para o ensino de geometria descritiva.** Tese (Doutorado em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SANTOS, H. M. M.; OLIVEIRA D.; VIANA, L. A. F. C. **Avanço das ferramentas utilizadas no ensino do desenho técnico civil.** Revista de ensino de Engenharia, V. 40, p. 102 – 113, 2021. DOI: 10.37702

SERRA, S. M, B. **Breve histórico do desenho técnico -** Apostila do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, V.1, 2008. Disponível em: <<http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1391/1/AT1-breve%20historico.pdf>> Acesso em 24/07/2019.

SILVA, J. O. **Aprendizagem Significativa: David Ausubel.** In: Psicologia da Aprendizagem. Rio de Janeiro: Águia Forte, 1995.

SILVA, C. I. D. N. **A Insostituível GD**. In: Anais do VI Educere – Congresso Nacional de Educação PUC PR – PRAXIS. Curitiba: 2006a.

SILVA, C. I. D. N. **Proposta de aprendizagem sobre a importância do desenho geométrico e da geometria descritiva**. 2006. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba: 2006b.

SILVA, A.B.; MURASHIMA, M.; SCARPA, J. D.; COSTA, J. **Universidade do Futuro: Tendências e transformações aceleradas por uma pandemia global**. Desire2Learn - D2L, 2021. Disponível em: <<https://www.d2l.com/pt-br/recursos/relatorios/universidade-do-futuro/>> Acesso em: dezembro, 2021.

SILVEIRA, D.T.; CÓRDOVA, F.P. **A pesquisa científica**. In: Gerhardt, T.E.; Silveira, D.T. (Org.) Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOUZA, V. N. R. **Proposição de projeto pedagógico para ensino de desenho em cursos de design**. 2021. Tese (Doutorado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

SPADAFORA, G. **Modelli reali e virtuali per l'insegnamento della geometria descritiva**. In: Annali online della Didattica e della Formazione Docente” Vol. 12, n. 20/2020, pp. 125-142 – ISSN 2038-1034. Disponível em: <<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:1f4c366f-f071-45a6-a5d6-0535a7676223>> Acesso em: maio, 2024.

STACHEL, H. **Descriptive Geometry in today's engineering curriculum**. Transactions of FAMENA, 2005. ISSN 133-1124. Disponível em: <<https://www.geometrie.tuwien.ac.at/stachel/zagreb.pdf>> Acesso em: dezembro, 2021.

TALBERT, R. **Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior**. Tradução: Sandra Maria Mallmann da Rosa; Revisão técnica: Gustavo Hoffmann. Porto Alegre: Penso, 2019. 246p.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. **Sistema de Modelagem 3D para Geometria Descritiva – HyperCAL^{3D}**. Virtual Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2023.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. **A Hypermedia Learning Environment for Descriptive Geometry**. ICEE 99 – International Conference on Engineer Education, Prague – Ostrava, 1999. Disponível em: <<https://www.ineer.org/Events/Icee1999/Proceedings/index.htm>> Acesso em: fevereiro, 2022.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K.; BRUNO, F.B. **HyperCAL^{GD}** – Apostila eletrônica Geometria Descritiva Estudo de Superfícies, UFRGS, Porto Alegre, 1999.

TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P.; SILVA, T. L. K.; HOFFMANN, A. T. **The descriptive geometry education through the design-based learning**. In 12th International Conference on Geometry and Graphics, Salvador, Brasil, 2006.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K.; BRUNO, F.B. **Experiencias inovadoras em ensino e pesquisa da Geometria Descritiva**. Revista Brasileira de Expressão Gráfica, Vol. 3, No. 3, 2015, ISSN 2318-7492. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/222641/000998703.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: fevereiro, 2022.

TORREZZAN, C. A. W. **Modelo para Avaliação e Desenvolvimento da Habilidade Espacial em Desenho Técnico (MADHE)**. 2019. 286p. Tese (Doutorado em Design), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

TSCHIMMEL, K.; LOYENS, D.; SOARES, J.; ORAVIITA, T. **D-Think Toolkit: Design Thinking Aplicado à Educação e Formação**. [recurso eletrônico], 2017. 162p. Disponível em: <<http://www.d-think.eu>> Acesso em: maio, 2021.

TSCHIMMEL, K.; SANTOS, J. **How designers can contribute to education: Innovating educational systems through design thinking**. In: Congress of the International Ergonomics Association. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 2098-2107

TSCHIMMEL, K.; CLEMENTE, V.; POMBO, F. **Mapping the territories around Design Research, Education and Practice**. A four-layer analysis: Processes, Philosophy, People and Products. Research & Education in Design: People & Processes & Products, & Philosophy, Londres, 2020.

VALENTE, J. A. **O ensino híbrido veio para ficar**. Prefácio. In: Ensino híbrido: personificação e tecnologia na educação / Org. Lilian Bacich, Adolfo Tanzi Neto, Fernando de Mello Trevisani. Porto Alegre: Penso, 2015. 270p.

VELASCO, A. D. **Um ambiente multimídia na área de expressão gráfica básica para engenharia**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 29, n. 1, p. 54-61, 2010.

UFRGS - **COMGRAD Engenharia Civil**, [Site] Comissão de Graduação Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/comgradcivil/curriculo/>> Acesso em: fevereiro, 2024.

WINTERTON, J.; LE DEIST, F. D.; STRINGFELLOW, E. **Typology of knowledge, skills and competences: clarification of the concept and prototype**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Cedefop references series; v. 64.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs report 2018**. Geneve: World Economic Forum, 2018. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/EF_Future_of_Jobs_2018.pdf> Acesso em: julho, 2021.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 197p.

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentados aos participantes da pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Questionário – Alunos

Você está sendo convidado(a) responder um questionário on-line que é parte integrante de uma pesquisa intitulada “*ABORDAGEM DO DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO APLICADO PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL*”. A pesquisa está sendo desenvolvida pela pesquisadora Anelise Todeschini Hoffmann, doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, sob coordenação da Professora Dra. Jocelise Jacques. O **objetivo geral da pesquisa** é utilizar a abordagem do Design Thinking na educação para, através da cocriação, propor diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS. E o **Questionário tem como objetivo** a construção de um Mapa de Empatia, que permitirá compreender o problema também a partir da perspectiva do aluno.

Destaca-se que Questionário será respondido no formato *on-line* através da ferramenta (*Google Forms*), para garantir o anonimato do participante. Sua participação tem caráter voluntário, não tem custo e não será remunerada. A previsão é de que seja respondido em aproximadamente 10 minutos, através de seu celular, com acesso ao link através de um QR-code que será projetado no quadro, no final da aula.

Benefícios para o participante: Como benefícios tem-se a oportunidade de refletir e opinar sobre as disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, de mostrar os obstáculos e dificuldades encontrados ao cursar a disciplina, que metodologias mais gosta e se adapta, etc.

Esclarecimentos sobre eventuais riscos: (i) cansaço devido ao tempo e às exigências de reflexão e memória; (ii) frustração e/ ou constrangimento ao não saber responder alguma pergunta; (iii) e relembrar alguns acontecimentos desagradáveis ocorridos em aula.

Salientamos ainda que havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais e/ou extrajudiciais, conforme a legislação brasileira (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954; entre outras; e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Com o intuito de protegê-lo, em termos éticos, você tem o direito: **(i)** a qualquer momento desistir da atividade proposta e/ ou retirar seu consentimento de participação em qualquer tempo; **(ii)** sua desistência não resultará em nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora responsável ou com a Instituição desta; **(iii)** as informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais, portanto, está assegurado o sigilo sobre sua participação, não havendo a identificação dos participantes da pesquisa; **(iv)** você não terá quaisquer despesas em decorrência de sua participação, apenas o investimento de parte de seu tempo em responder o questionário.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CEP-UFRGS), órgão colegiado de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar- emitir parecer e acompanhar projetos de pesquisa envolvendo seres humanos em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Você pode entrar em contato com o CEP-UFRGS no endereço Av. Paulo Gama, 110, sala 311, prédio Anexo I da Reitoria Campus Centro, Porto Alegre/ RS, CEP: 90040-060; fone + 55 51 33083787; e-mail: etica@propesq.ufrgs.br. Horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30.

Quaisquer dúvidas também poderão ser esclarecidas com as pesquisadoras da equipe Jocelise (jocelise.jacques@ufrgs.br) e Anelise (anelise.hoffmann@ufrgs.br).

Nome	Assinatura do Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Entrevista Empática – Grupo focal

Você está sendo convidado(a) participar de uma entrevista que é parte integrante de uma pesquisa intitulada “*ABORDAGEM DO DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO APLICADO PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL*”. A pesquisa está sendo desenvolvida pela pesquisadora Anelise Todeschini Hoffmann, doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, sob coordenação da Professora Dra. Jocelise Jacques. O **objetivo geral da pesquisa** é utilizar a abordagem do Design Thinking na educação para, através da cocriação, propor diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS. E o **objetivo da Entrevista Empática** é verificar a percepção dos professores quanto ao cenário atual e futuro destas disciplinas. A previsão é que nossa conversa em grupo dure aproximadamente 2 horas.

Sua participação tem caráter voluntário, não tem custo e não será remunerado. **Destaca-se que a entrevista será gravada em áudio e serão realizadas anotações para posterior análise dos dados. E que, toda opinião compartilhada na entrevista será tratada como anônima, em um relato posterior da moderadora, ou entrevistadora.**

Benefícios para o participante: Como benefícios tem-se a oportunidade de trocar ideias e experiências com os colegas de departamento, refletindo sobre o cenário atual e futuro das disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, sobre experiências didáticas, obstáculos, exercício de competências e identificação de correlação de conteúdos entre as disciplinas.

Esclarecimentos sobre eventuais riscos: (i) cansaço devido ao tempo e às exigências de reflexão e memória e (ii) frustração e/ ou constrangimento ao expor sua opinião para o grupo. Salientamos ainda que havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais e/ou extrajudiciais, conforme a legislação brasileira (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954; entre outras; e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Com o intuito de protegê-lo, em termos éticos, você tem o direito: **(i)** a qualquer momento desistir da atividade proposta e/ ou retirar seu consentimento de participação em qualquer tempo; **(ii)** sua desistência não resultará em nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora responsável ou com a Instituição desta; **(iii)** as informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais, portanto, está assegurado o sigilo sobre sua participação, não havendo a identificação dos participantes da pesquisa quando da realização do relatório; **(iv)** as gravações serão realizadas em HD externo, não na nuvem, e que serão guardados junto às anotações no gabinete da coordenadora da pesquisa por no mínimo 5 anos; **(v)** você não terá quaisquer despesas em decorrência de sua participação, apenas o investimento de parte de seu tempo em participar da Entrevista Empática.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CEP-UFRGS), órgão colegiado de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar- emitir parecer e acompanhar projetos de pesquisa envolvendo seres humanos em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Você pode entrarem contato com o CEP-UFRGS no endereço Av. Paulo Gama, 110, sala 311, prédio Anexo I da Reitoria Campus Centro, Porto Alegre/ RS, CEP: 90040-060; fone + 55 51 33083787; e-mail: etica@propesq.ufrgs.br. Horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30.

Quaisquer dúvidas também poderão ser esclarecidas com as pesquisadoras da equipe Jocelise (jocelise.jacques@ufrgs.br) e Anelise (anelise.hoffmann@ufrgs.br).

Nome	Assinatura do Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Projeto Participativo – Brainstorming

Você está sendo convidado(a) participar de um Projeto Participativo – através de uma sessão de *Brainstorming* que é parte integrante de uma pesquisa intitulada “*ABORDAGEM DO DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO APLICADO PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL*”. A pesquisa está sendo desenvolvida pela pesquisadora Anelise Todeschini Hoffmann, doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, sob coordenação da Professora Dra. Jocelise Jacques. O **objetivo geral da pesquisa** é utilizar a abordagem do Design Thinking na educação para, através da cocriação, propor diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS. E o **objetivo do Projeto Participativo** é propor atividades que oportunizem a interdisciplinaridade entre disciplinas e o exercício de competências técnicas e atitudinais. A previsão é que essa reunião em grupo dure aproximadamente 2 horas.

Sua participação tem caráter voluntário, não tem custo e não será remunerado. **Destaca-se que a sessão será gravada em áudio e serão realizadas anotações para posterior análise dos dados. E que, toda opinião e ideia compartilhada durante o *Brainstorming* será tratada como anônima, em um relato posterior da moderadora, ou entrevistadora.**

Benefícios para o participante: Como benefícios tem-se a oportunidade de trocar ideias e experiências com os colegas de departamento, refletir sobre experiências didáticas nas disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, e possibilitar a futura aplicação das atividades idealizadas, em suas disciplinas.

Esclarecimentos sobre eventuais riscos: (i) cansaço devido ao tempo e às exigências de reflexão e memória; (ii) frustração e/ ou constrangimento ao expor suas ideias para o grupo e (iii) de aborrecimento na interação com os demais participantes no momento de discussão das ideias. Salientamos ainda que havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais e/ou extrajudiciais, conforme a legislação brasileira (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954; entre outras; e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Com o intuito de protegê-lo, em termos éticos, você tem o direito: **(i)** a qualquer momento desistir da atividade proposta e/ ou retirar seu consentimento de participação em qualquer tempo; **(ii)** sua desistência não resultará em nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora responsável ou com a Instituição desta; **(iii)** as informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais, portanto, está assegurado o sigilo sobre sua participação, não havendo a identificação dos participantes da pesquisa quando da realização do relatório; **(iv)** as gravações serão realizadas em HD externo, não na nuvem, e que serão guardados junto às anotações no gabinete da coordenadora da pesquisa por no mínimo 5 anos; **(v)** você não terá quaisquer despesas em decorrência de sua participação, apenas o investimento de parte de seu tempo em participar do Projeto Participativo.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CEP-UFRGS), órgão colegiado de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar- emitir parecer e acompanhar projetos de pesquisa envolvendo seres humanos em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Você pode entrar em contato com o CEP-UFRGS no endereço Av. Paulo Gama, 110, sala 311, prédio Anexo I da Reitoria Campus Centro, Porto Alegre/ RS, CEP: 90040-060; fone + 55 51 33083787; e-mail: etica@propesq.ufrgs.br. Horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30.

Quaisquer dúvidas também poderão ser esclarecidas com as pesquisadoras da equipe Jocelise (jocelise.jacques@ufrgs.br) e Anelise (anelise.hoffmann@ufrgs.br).

Nome	Assinatura do Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prototipagem

Você está sendo convidado(a) participar da etapa de Prototipagem que é parte integrante de uma pesquisa intitulada *“ABORDAGEM DO DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO APLICADO PARA A ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES EM EXPRESSÃO GRÁFICA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL”*. A pesquisa está sendo desenvolvida pela pesquisadora Anelise Todeschini Hoffmann, doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, sob coordenação da Professora Dra. Jocelise Jacques. O **objetivo geral da pesquisa** é utilizar a abordagem do Design Thinking na educação para, através da cocriação, propor diretrizes para a elaboração de atividades interdisciplinares nas disciplinas de expressão gráfica do curso de Engenharia Civil da UFRGS. E o **objetivo desta etapa** é realizar a prototipagem das ideias propostas na fase anterior (Projeto Participativo), em uma reunião com o mesmo grupo, com previsão de duração de 1 a 2 horas.

Sua participação tem caráter voluntário, não tem custo e não será remunerado. **Destaca-se que as anotações realizadas durante a reunião servirão para colocar em prática proposta em suas disciplinas. E que, toda opinião e ideia compartilhada durante esta etapa será tratada como anônima, em um relato posterior da moderadora, ou entrevistadora.**

Benefícios para o participante: Como benefícios tem-se a oportunidade de trocar ideias e experiências com os colegas de departamento, refletir sobre experiências didáticas nas disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, e possibilitar a aplicação das atividades idealizadas e prototipadas, em suas disciplinas.

Esclarecimentos sobre eventuais riscos: (i) cansaço devido ao tempo e às exigências de reflexão e memória; (ii) frustração e/ ou constrangimento ao expor suas ideias para o grupo e (iii) de aborrecimento na interação com os demais participantes no momento de discussão e implementação das atividades. Salientamos ainda que havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais e/ou extrajudiciais, conforme a legislação brasileira (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954; entre outras; e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Com o intuito de protegê-lo, em termos éticos, você tem o direito: **(i)** a qualquer momento desistir da atividade proposta e/ ou retirar seu consentimento de participação em qualquer tempo; **(ii)** sua desistência não resultará em nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora responsável ou com a Instituição desta; **(iii)** as informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais, portanto, está assegurado o sigilo sobre sua participação, não havendo a identificação dos participantes da pesquisa quando da realização do relatório; **(iv)** as anotações serão guardadas junto às anotações no gabinete da coordenadora da pesquisa por no mínimo 5 anos; **(v)** você não terá quaisquer despesas em decorrência de sua participação, apenas o investimento de parte de seu tempo em participar da etapa de Prototipagem.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CEP-UFRGS), órgão colegiado de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar- emitir parecer e acompanhar projetos de pesquisa envolvendo seres humanos em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Você pode entrar em contato com o CEP-UFRGS no endereço Av. Paulo Gama, 110, sala 311, prédio Anexo I da Reitoria Campus Centro, Porto Alegre/ RS, CEP: 90040-060; fone + 55 51 33083787; e-mail: etica@propesq.ufrgs.br. Horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30.

Quaisquer dúvidas também poderão ser esclarecidas com as pesquisadoras da equipe Jocelise (jocelise.jacques@ufrgs.br) e Anelise (anelise.hoffmann@ufrgs.br).

Nome	Assinatura do Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

Apêndice B

**Questionário elaborado pela autora para construção do Mapa de Empatia do aluno
aplicado on-line com o auxílio da ferramenta *Google forms*.**

Mapa de empatia	Perguntas
O que sente?	<p>1. Como você se vê no futuro com relação à vida profissional como engenheiro(a) civil?</p> <p>() trabalhando em empresa familiar</p> <p>() empreendendo e abrindo a própria empresa de construção civil</p> <p>(...) sendo funcionário(a) de uma empresa de grande porte</p> <p>() sendo o engenheiro(a) responsável de uma obra</p> <p>() fazendo parte de uma equipe de engenheiros em uma empresa</p> <p>(...) fazendo parte de uma equipe de projetos de engenharia</p> <p>() prestando concurso público para atuar na área de engenharia</p> <p>() dando seguimento aos estudos na área acadêmica especializando-se em curso de pós graduação</p> <p>() outro (caixa aberta para resposta)</p>
O que pensa?	<p>2. Que Área de Concentração você pretende escolher para aprofundar os estudos com intenção de atuar profissionalmente como Engenheiro(a) Civil?</p> <p>(...) Construção () Produção () Geotecnia</p> <p>() Estruturas () Recursos hídricos e Saneamento () Transportes</p> <p>() ainda não decidi.</p>
O que pensa?	<p>3. O que você considera sucesso na profissão de Engenheiro(a) civil?</p> <p>(caixa aberta para resposta)</p>
<p>Responda as demais perguntas considerando as disciplinas de Expressão Gráfica oferecidas ao curso de Engenharia Civil:</p> <p>Geometria Descritiva II e III, e Desenho Técnico I e II</p>	
O que faz?	<p>4. Quais disciplinas de Expressão Gráfica você já cursou?</p> <p>(marcar também as que está cursando nesse semestre)</p> <p>() Geometria Descritiva II A</p> <p>() Desenho Técnico I A</p> <p>() Geometria Descritiva III</p> <p>() Desenho Técnico II D</p>
O que sente?	<p>5. Qual metodologia utilizada você prefere?</p> <p>() aula expositiva em que o aluno participa e pergunta</p> <p>() estudar o assunto previamente e aplicar em exercícios em sala de aula</p> <p>() realizar trabalhos em grupo durante a aula</p> <p>(...) outros (caixa aberta para resposta)</p>

Mapa de empatia	Perguntas
O que sente?	<p>6. Quando o professor propõe um trabalho, você prefere:</p> <p>() realizar o trabalho em grupo durante a aula</p> <p>() realizar o trabalho em grupo extraclasse</p> <p>() fazer o trabalho individualmente extraclasse</p> <p>(...) fazer o trabalho individualmente durante a aula</p>
O que diz?	<p>7. Gostaria de ter mais oportunidades de desenvolver trabalhos em grupos nestas disciplinas?</p> <p>() sim () não</p>
O que diz?	<p>8. E quanto à forma de avaliação, você prefere:</p> <p>() avaliações somente por provas</p> <p>() avaliação somente por um trabalho em grupo desenvolvido ao longo do semestre</p> <p>(...) avaliação mista com trabalhos e provas</p> <p>(...) avaliação somente por trabalhos individuais</p> <p>() avaliação através de seminários (apresentação em grupo)</p>
O que faz?	<p>9. Quando o professor disponibiliza material para estudo prévio, você ... (escolha a alternativa que mais se aplica)</p> <p>() tem disciplina/organização e consegue estudar o material antes da aula</p> <p>(...) não consegue se organizar para estudar o material antes da aula</p> <p>() não costuma olhar, espera para ouvir a explicação do professor em aula</p>
O que sente?	<p>10. E quanto às dificuldades em entender esse material disponibilizado? (escolha a alternativa que mais se aplica)</p> <p>() tem facilidade de entender e gosta de estudar sozinho</p> <p>() tem alguma dificuldade de entender mas na maioria das vezes consegue</p> <p>() tem muita dificuldade de entender sem a explicação do professor</p>
O que faz?	<p>11. Qual seu comportamento em sala de aula? (escolha a alternativa que mais se aplica)</p> <p>() participa ativamente, interagindo com o professor e colegas,</p> <p>() fica só prestando atenção na explicação do professor, sem interagir</p> <p>(...) se distrai fazendo outra atividade e não consegue prestar atenção na aula.</p>
O que faz?	<p>12. Quando surge qualquer dúvida durante a aula você: (escolha a alternativa que mais se aplica)</p> <p>() pede a palavra e pergunta ao professor, compartilhando sua dúvida com todos</p> <p>() raramente pergunta ao professor, prefere consultar os colegas primeiro</p> <p>() espera uma oportunidade e pergunta em particular ao professor</p> <p>() nunca pergunta, nem ao professor nem aos colegas</p>

Mapa de empatia	Perguntas
O que faz?	<p>13. E quando ao ritmo da aula você:</p> <p>() consegue acompanhar o ritmo da aula e fazer todas as atividades propostas</p> <p>() não consegue acompanhar o ritmo da aula, pois se distrai com facilidade</p> <p>() não consegue terminar as atividades propostas em aula por falta de tempo</p> <p>() não consegue terminar as atividades propostas pois sente que lhe faltam conhecimentos</p> <p>() prefere prestar atenção em aula e fazer os exercícios depois em casa</p> <p>() outro (caixa aberta para resposta)</p>
O que faz?	<p>14. Com relação ao tempo dedicado às disciplinas de expressão gráfica você:</p> <p>() dedica somente o período de aula</p> <p>() dedica tempo extraclasse semanal para fazer as atividades (exercícios, etc.) ao longo do semestre</p> <p>() estuda o conteúdo somente antes das avaliações</p> <p>() outro (caixa aberta para resposta)</p>
O que pensa?	<p>15. Consegue relacionar os conceitos das disciplinas de GD e DT que está cursando (ou já cursou)?</p> <p>(...) sempre consigo (...)algumas vezes (...) quase nunca () nunca consigo</p>
O que sente?	<p>16. Qual sua principal dificuldade nas disciplinas de expressão gráfica?</p> <p>() consigo acompanhar bem, sem dificuldades</p> <p>(...) sinto falta de base em desenho e em conhecimentos geométricos básicos</p> <p>(...) não sei usar bem os instrumentos – esquadros e compasso</p> <p>(...) tenho dificuldade com as ferramentas computacionais</p> <p>() tenho dificuldade em imaginar os objetos em 3D a partir das épuras ou projeções</p> <p>() tenho dificuldade em representar os objetos 3D em épura ou projeções</p> <p>() dificuldades com a precisão do traçado e hierarquia de linhas</p> <p>() falta de tempo para finalizar as avaliações presenciais</p> <p>() outro (caixa aberta para resposta)</p>
Quando um colega que ainda não cursou alguma disciplina de GD ou DT e lhe pergunta como é, você diz que...	
O que diz?	<p>17. as aulas:</p> <p>() são interessantes</p> <p>() são chatas</p>
O que sente?	<p>18. o conteúdo explorado nas disciplinas:</p> <p>() é interessante e você gosta do assunto</p> <p>() você não gosta do assunto</p>
O que diz?	<p>19. as disciplinas são:</p> <p>() fáceis</p> <p>() de nível médio de dificuldade</p> <p>() difíceis</p>

Mapa de empatia	Perguntas
O que diz?	<p>20. sobre os exercícios propostos:</p> <p>(...) é importante fazê-los pois ajuda no raciocínio espacial</p> <p><input type="checkbox"/>) são muito repetitivos,</p> <p><input type="checkbox"/>) não é necessário fazer muitos exercícios para se sair bem nas avaliações</p> <p><input type="checkbox"/>) são importantes para desenvolver a qualidade do traçado (hierarquia, precisão) e destreza no uso de instrumentos convencionais ou digitais</p> <p><input type="checkbox"/>) eles te preparam bem para as avaliações</p>
O que pensa?	<p>21. sobre a relação entre os assuntos abordados nas disciplinas:</p> <p><input type="checkbox"/>) desenho e geometria descritiva não se relacionam</p> <p>(...) algumas vezes vejo relação entre os assuntos de GD e DT</p> <p>(...) estão completamente interligados e uma disciplina dá base teórica para a outra</p>
O que pensa?	<p>22. sobre a importância dos assuntos abordados nessas disciplinas:</p> <p>(...) só a GD é importante pois desenvolve a visão espacial</p> <p><input type="checkbox"/>) só o DT é importante pois permite a representação técnica de qualquer projeto de engenharia</p> <p><input type="checkbox"/>) DG e DT são importantes para a representação técnica de projetos de engenharia, e uma dá base teórica para a outra</p> <p><input type="checkbox"/>) não são importantes e estão defasados, hoje o mercado usa softwares que fazem toda a representação técnica do projeto</p> <p><input type="checkbox"/>) outro (caixa aberta para resposta)</p>
O que diz?	<p>23. sobre a aplicação desses conteúdos na engenharia civil:</p> <p>(...) não vê aplicação desses conhecimentos em outras disciplinas ou no seu futuro profissional, e acha que os conteúdos estão defasados ou não se aplicam mais em projetos de engenharia dessa forma</p> <p><input type="checkbox"/>) vê aplicação e necessidade destes conhecimentos nas próximas disciplinas e no futuro profissional para o desenvolvimento e compreensão de projetos</p>
Com relação aos conhecimentos explorados nas disciplinas, qual alternativa representa melhor o que você sente ou pensa?	
O que sente?	<p>24. quanto à segurança em aplicar esses conhecimentos no futuro:</p> <p><input type="checkbox"/>) teve bom aproveitamento e sente-se seguro para aplicá-los quando necessário</p> <p><input type="checkbox"/>) não tem segurança em saber aplicá-los no seu futuro profissional</p> <p><input type="checkbox"/>) acha que não vão ser necessários no seu futuro profissional</p>
O que pensa?	<p>25. sobre a atualização das disciplinas:</p> <p><input type="checkbox"/>) os conteúdos são atualizados pelos professores conforme as necessidades do mercado</p> <p><input type="checkbox"/>) a GD está desatualizada, principalmente no uso de instrumentos tradicionais de desenho ao invés de softwares</p> <p><input type="checkbox"/>) o DT II está desatualizado, ainda não usam softwares paramétricos</p> <p><input type="checkbox"/>) o DT I é desnecessário no currículo de engenharia, ninguém mais desenha à mão livre</p> <p><input type="checkbox"/>) outro (caixa aberta para resposta)</p>

(Fonte: elaborado pela autora)

Apêndice C

Relato Entrevista Empática com professores de Expressão Gráfica do Departamento de design e expressão gráfica da Faculdade de Arquitetura / UFRGS

Inicialmente, objetivando saber sobre a expertise dos professores e como procedem atualmente nas suas disciplinas, foi lançada a primeira pergunta: “qual a melhor experiência didática que você teve com a sua disciplina?”

O Participante 1, que ministra aulas de geometria descritiva, disse que utiliza aprendizagem baseada em projetos, priorizando o protagonismo do aluno com atividades “mão na massa” em todas as aulas. Essas atividades são realizadas através de trabalho em grupo, com a elaboração de sólidos a partir de uma junção de peças físicas simples (cubos, pirâmides, cunhas), representando-os em *épura* (fazendo o caminho do raciocínio 3D – 2D), e buscando a materialização dos processos, através da aplicação dos conceitos, como por exemplo na determinação de VG para planificar o objeto e construir em papel (fazendo o caminho de raciocínio 2D – 3D). Segundo relato do professor, “os alunos ficam empolgados e atraídos por essas atividades, o período de aula termina e eles não vão embora, isso dá um ótimo retorno de aprendizagem”.

O Participante 8 salientou que a abordagem a partir de sólidos nas aulas de GD, para gerar elementos e projetos com suas vistas ortográficas (ao invés da tradicional abordagem da GD com os abstratos ponto, reta e plano), auxilia na concretização. O professor considera uma “boa prática” a utilização de modelos físicos, para abstrair então para as vistas ortográficas, fazendo o caminho do raciocínio 3D – 2D. A Participante 9 reforça que as dificuldades na interpretação da *épura* (2D) ou vistas ortográficas, podem ser sanadas quando o aluno tem a possibilidade de utilizar a relação simultânea de 2D e 3D, trazendo para o concreto e para prática do projeto, e estabelecendo mais conexões por reciprocidade, de forma mais rápida e concreta, reduzindo as dificuldades de interpretação dos objetos.

Nesse sentido, o Participante 1 fornece aos alunos, logo nas primeiras aulas do semestre, usa também o programa *HyperCAL*^{3D}, desenvolvido por professores de GD. Ele

relata que o *software* ajuda bastante aos alunos na realização e entendimento dos exercícios pois apresenta simultaneamente em duas janelas o objeto em 3D e a sua *épura* (2D), assim como, auxilia o professor na hora de projetar o exercício.

O Participante 11 relatou sua experiência em uma universidade particular, onde ministrava uma disciplina que envolvia assuntos de GD e DT, e se desenvolvia com 4 créditos semanais e se chamava “Expressão e representação”. Nela o professor utilizava a aprendizagem baseada em projetos, onde cada grupo montava um sólido/modelo utilizando “peças de lego”, e desenhava as respectivas vistas ortográficas (*épura*). Esses desenhos eram trocados entre os grupos, que deveriam reconstruir o modelo (em lego), a partir das vistas ortográficas recebidas. O Laboratório de Fabricação e Modelagem que os alunos tinham à disposição contava também com equipamento de corte a laser, impressora 3D e computadores com aplicativos e *softwares*.

A Participante 10 relatou que estimula os alunos com bonificação, fazendo perguntas durante a aula. Para tanto, ela disponibiliza os vídeos dos assuntos da aula com antecedência, e bonifica com pontos extra (décimos, em alguma avaliação) aqueles que responderem primeiro e de forma correta, estimulando assim a que assistam os vídeos antes das aulas. Ela relata que “os alunos disputam para responder”, que esta prática “estimula a responderem e participarem da aula” e que tem “melhorado a dinâmica da aula, e sobrado mais tempo para os exercícios em aula e assessoramento”.

Outra prática da Participante 10 para estimular os alunos a estudarem para as provas, é recolher os exercícios extras (lista de exercícios), avaliando e bonificando com pontos extras na prova (1,0 ou 0,5 ponto) para quem entregou. Segundo a professora “quem faz, tem bom rendimento nas avaliações” e relata que essa prática tem tido boa aceitação entre os alunos. Ela também, antes das provas, faz uma aula dedicada a resolução de exercícios para oportunizar que sanem suas dúvidas. Prática também realizada pelo Participante 1 - que realiza simulados, pré-prova, para preparar os alunos – e pelo Participante 2 - que também faz um simulado, onde na primeira metade da aula o aluno resolve exercícios semelhantes aos que terão que realizar na prova, e na segunda metade esses exercícios são corrigidos no quadro, com comentários do professor e os alunos corrigem a própria prova, segundo o professor, em função desta experiência “muitos alunos se saem bem na prova”.

O Participante 2, professor da disciplina de desenho técnico a mão livre (DT I), disse que, desde a década de 1970, os assuntos no DT I são explorados na seguinte sequência: projeções paralelas, vistas ortográficas e perspectivas (isométrica, cavaleira), e que “a utilização na prática não estava clara para o aluno”. Assim, por existir essa necessidade/demanda, há alguns anos foi incorporada uma terceira etapa (no final da disciplina), chamada “Esboço Rápido Criativo”.

O Participante 2 explica que “nela o aluno é exposto a um problema formal, e tem que criar um objeto novo”. “O aluno é provocado a agir, utilizando as ferramentas que aprendeu na disciplina, através da técnica do *sketch*, e, a partir da alternativa escolhida, parte para o desenho formal das vistas do objeto criado”. O professor exemplifica com outro exercício utilizado na disciplina onde são fornecidas as vistas ortográficas de um objeto, o aluno precisa interpretá-las, e completar o objeto para que vire um cubo (os dois objetos devem se encaixar perfeitamente para que juntos formem um cubo), usando sua visão espacial e capacidade de rotação do objeto, para criar uma nova perspectiva do objeto solução. E após, deve finalizar representando as vistas ortográficas deste novo objeto complementar. Segundo o professor, nessa terceira etapa da disciplina os exercícios são resolvidos de forma individual, a partir do polígrafo da disciplina, mas os alunos podem interagir entre eles e serem assessorados pelo professor durante o desenvolvimento, assim “o aluno é provocado a colocar em prática e entender a utilidade do que estudou”.

A Participante 7 disse que nas aulas de DT I, os alunos das turmas da Engenharia Civil sempre solicitam exemplos de aplicações do desenho técnico e “questionam muito o desenho a mão livre”. A professora relatou que busca na sua experiência profissional como arquiteta, inspirações para exemplificar a aplicação dos assuntos abordados no desenho a mão livre, e que “os alunos valorizam quando o professor fundamenta a aplicação dos desenhos, validando a disciplina”.

O Participante 5 relata que a dinâmica das aulas em todas as turmas oferecidas de DT I é muito parecida – aula expositiva com explanação da teoria e prática no quadro com aplicação em ao menos 2 exercícios, cuja construção é explicada pelo professor no quadro de forma detalhada, com assessoramento aos alunos. Segundo o professor, “essa estratégia tem funcionado na turma de engenharia civil pois os alunos têm interesse, e se destacam mais que outras engenharias”.

A Participante 3, professora da disciplina de DT II, disse que disponibilizam animações - vídeos curtos (produzidos durante o período de ensino remoto) das peças sendo montadas e girando, com animações das peças coloridas em 3D – que são liberadas para os alunos somente após a resolução dos exercícios. Segundo relato da professora esses vídeos “ajudaram muito os alunos que não têm como pré-requisito o DT I”. A professora destaca ainda como aspecto positivo do uso destes vídeos que “os alunos gostam”, e, como aspecto negativo, que “querem ver a animação antes de fazer as vistas da peça, utilizando-o como bengala”.

A Participante 3 disse ainda que são disponibilizados também vídeos das aulas gravadas (produzidos durante o ensino remoto), para aqueles alunos que querem rever o assunto ou faltaram alguma aula, e relata também que os alunos recebem no início do semestre um cronograma bem detalhado indicando os exercícios e vídeos de cada aula.

Outra prática implementada nos últimos semestres, relatada pela Participante 3, é a “Terça-feira de gabaritos”, nela, nos primeiros 20 minutos de aula, são mostrados os gabaritos dos exercícios de DT II da semana anterior, com comentários do professor dos aspectos mais importantes, principais erros que ocorrem, discussões etc., segundo a professora, essa estratégia “tem funcionado bem pra esclarecer as dúvidas”.

A Participante 4 relata que seleciona alguns exercícios (mais importantes de cada assunto de DT II) para que sejam entregues, assim uma correção bem detalhada do arquivo (CAD), com comentários sobre cada erro é enviada ao aluno como *feedback*. Conforme a professora esta prática “melhorou muito a aprendizagem, dando resultado nas avaliações”, e “esses exercícios juntos valem um conceito na nota no final do semestre, valorizando e incentivando que os realizem”.

Outro exemplo relatado pela Participante 4 é a dinâmica aplicada na aula de cotagem na turma da Engenharia Civil, onde o desenho do objeto é projetado no quadro para que seja cotado conforme as regras da Norma, disponibilizadas previamente, a professora explica que “alunos voluntários vão até o quadro e são desafiados a resolver a posição de uma cota, e os colegas vão discutindo com argumentos técnicos e ajudando a encontrar a solução”.

Buscando exemplos de uma aplicação prática do DT II na turma de DT para ciências agrárias – oferecida para os cursos de Agronomia e Zootecnia - a Participante 6 relata sua

experiência com a realização de um trabalho desenvolvido extraclasse ao longo do semestre (com entrega no final do semestre). Nele é apresentada uma foto de uma construção rural, e o aluno deve gerar um esboço, como um sólido único (bloco), bem simplificado e sem detalhamento, e deve apresentar como resultado a perspectiva isométrica e as vistas ortográficas deste objeto (realizado no CAD). Segundo a professora “quando os alunos se envolvem com a atividade é muito proveitoso”.

O Participante 12 relatou que mantém a estratégia tradicional na disciplina de DT II, com teoria no início (20 a 30 minutos) e depois exercícios em sua parte final, e que sua melhor experiência ocorre na forma como conduz teoria e prática, associando-as “por meio de perguntas e respostas”. O professor “acredita que as melhores experiências ocorrem quando mesclamos ou inserimos uma quebra na rotina tradicional do plano”. E relata que todo semestre aplica uma atividade chamada “Quem quer ser um milionário Destec The Wall”, na forma de um jogo, utilizando até música de suspense. Segundo o professor “a ampla maioria dos alunos gostam e foi a forma que encontrei que fixassem melhor os conteúdos”. O Participante 12 relata também que utiliza a mentoria individual, se disponibilizando a atender o aluno extraclasse, segundo o professor “é legal e dá muito resultado”.

Buscou-se saber também sobre as dificuldades ou empecilhos/obstáculos encontrados pelos professores para implementar uma experiência didática nova nas disciplinas, objetivando saber sobre a disponibilidade a mudanças e sobre as atuais condições oferecidas pela instituição quanto ao espaço físico, equipamentos etc.

Neste sentido, o Participante 2 fala da mudança no perfil do aluno, e considera que, de forma cada vez mais frequente, “recebe o aluno analfabeto em geometria, que não sabe o que é uma paralela, perpendiculares, tangência”, pois lhe faltam conhecimentos prévios em assuntos antes trabalhados no Ensino Médio. Segundo o professor, os alunos apresentam baixo nível de abstração, e nível de absorção muito mais baixo que há uns anos, “o aluno está mais dispersivo, menos dedicado e muito imaturo” e também apresentam pouco tempo de foco de atenção.

O Participante 8 e a Participante 9 também concordaram que “a falta de base dos alunos” é um problema, “por deficiências na sua formação”, segundo a Participante 9, “o professor precisa trabalhar assuntos fora do escopo da disciplina, para que haja um

nivelamento da turma, e assim todos possam acompanhar adequadamente”. O Participante 5 lembra que hoje, pelas diversas formas de ingresso na universidade, além do vestibular, “há uma diversidade de alunos, permitindo que alunos com falta de base ingressem, e o professor é que vai precisar suprir essa deficiência”.

O Participante 5 e a Participante 6 falam da dificuldade em fazer com que o aluno se envolva com a disciplina e com as atividades, segundo a professora “o andamento da disciplina depende do envolvimento dos alunos”. O Participante 5 acrescenta que eles “não solicitam assessoramento e não têm interesse em exercitar em sala de aula”, “pouco solicitam a monitoria da disciplina”, além de, os alunos ingressantes apresentarem deficiência e falta de conhecimentos de alguns conteúdos.

A participante 3 fala também que “muitos alunos se matriculam em mais disciplinas do que conseguem dar conta”, e o DT II, por exemplo, “demanda tempo extraclasse para o trabalho final”, sendo essa, segundo a professora, uma das razões que “ocasionam desistências”. Ela salienta também que, de forma geral, “estamos vendo um esvaziamento das turmas”.

Outro aspecto levantado pelo Participante 2 é que alguns cursos de engenharia foram criados (ou tiveram seus currículos modificados ao longo dos anos) e hoje não possuem mais como pré-requisito o DT I para cursar o DT II, o que o professor considera um erro. Segundo ele, as disciplinas de expressão gráfica são de característica formativa nos cursos de engenharia, e a “alfabetização do desenho técnico” é trabalhada no DT I, “nela é visto tudo o que precisa para aplicar no desenho do projeto (DT II)”. Neste sentido, a Participante 3 acrescenta que alunos de alguns cursos, como engenharia de alimentos dentre outros, também apresentam falta de conhecimentos em GD, decorrente da falta deste pré-requisito para cursar DT II.

Alguns professores consideram que existe uma tendência de redução de carga horária das disciplinas de expressão gráfica nos cursos de engenharia, se não diretamente no currículo, reduzindo o número de créditos, pelo aumento de conteúdo a ser explorado nas disciplinas, por vários motivos (novas tecnologias, conteúdos de base para nivelamento dos conhecimentos etc.). Ocasionalmente também a dificuldade em aprofundar os conhecimentos e explorar situações ou casos mais complexos, o professor acaba “nivelando por baixo”. A

Participante 6 comenta que na disciplina de DT II, oferecida para alguns cursos, “falta carga horária para ensinar a teoria de desenho técnico mais as ferramentas do *AutoCAD*”, e que os professores fazem uma “adaptação simplificando a forma geométrica para dar tempo de explorar todos os conteúdos”.

Outro aspecto abordado pela Participante 6 com relação ao DT II é que, mesmo que o BIM e o desenho paramétrico não substituam o desenho técnico, “esses conhecimentos de *softwares* mais modernos que o *AutoCAD* são importantes para que o aluno aprenda as ferramentas” que estão sendo utilizadas no mercado de trabalho. Por outro lado, segundo a professora, o *AutoCAD*, por ser explorado somente em 2D, “faz o aluno pensar e desenvolver a capacidade de visualização”.

A Participante 9 também aborda a questão da baixa carga horária disponível para trabalhar os assuntos de GD, uma disciplina de dois créditos com um encontro semanal, “essa restrição de carga horária dificulta a forma de explorar todos os conteúdos de forma eficiente”, e “falta tempo pra desenvolver a parte prática”.

O Participante 5 fala que a estratégia de aula expositiva, exercícios com explicação do professor e assessoramento, “funcionava muito bem antes da pandemia”. Mas, com a volta do ensino presencial, os vídeos (produzidos pelos professores durante o ensino remoto - em que os alunos podem visualizar e compreender como devem fazer na prática os traçados e desenhos etc.) continuam sendo disponibilizados, causando certo desinteresse dos alunos. Segundo o professor, “eles deixam de prestar atenção nas explicações do professor em aula, porque tem o vídeo pra ver depois no *Moodle*”, então ele não sabe dizer se é tão positiva a disponibilização desses vídeos.

Outro aspecto apontado pela Participante 3, é a avaliação no DT II. Ela considera bom para o aluno que a avaliação seja realizada através de vários trabalhos, porém isso implica em sobrecarga do professor que “não dá conta de corrigir tudo e dar *feedback* ao aluno a tempo”, aspecto importante para o aprendizado. A Participante 6 tem esse mesmo pensamento quando diz que tem “dificuldade em corrigir muitos trabalhos e dar *feedback* detalhado dos erros”.

Segundo a Participante 3, com exceção da turma de DT II para Engenharia Civil e para Engenharia Mecânica, as demais turmas são mistas (com alunos provenientes de cursos de

engenharia diferentes), isso dificulta a utilização de exercícios com aplicação, devido as diferentes áreas de atuação. Segundo o Participante 8 isso também ocorre nas turmas de GD, e fica “difícil trazer um exemplo para contextualizar o assunto”. Conforme o professor, não deveriam existir turmas mistas, “para cada curso de engenharia deve ser separada uma turma para que o professor possa utilizar exemplos pertinentes a cada curso”. Com as turmas de alunos de até quatro ou cinco engenharias diferentes, “o professor não consegue atender mais as necessidades do curso”, desta forma “as Comissões de graduação não veem mais a utilidade das nossas disciplinas”.

Segundo a Participante 9 não existem iniciativas de integração/conexão das disciplinas de expressão gráfica com outras disciplinas do curso, e ela diz que “essa interdisciplinaridade poderia trazer benefícios para ambas as disciplinas”. O Participante 12 considera obstáculo, “o próprio professor, que muitas vezes fica na sua zona de conforto e resiste um pouco a realizar mudanças”.

A Entrevista tinha também o objetivo de compreender como os professores veem suas disciplinas sendo ministradas no futuro, quais são os desejos de alterações na metodologia de trabalho e que estratégias pensam aplicar para trazer melhorias de aprendizado.

Assim, a Participante 7 disse que, no DT I seria melhor dedicar mais tempo da aula à criação, que é uma dificuldade que os alunos têm hoje. Outra iniciativa apontada pela professora seria a disponibilização de monitoria em sala de aula (para ajudar no assessoramento dos alunos em DT I).

Devido à falta de base em conhecimentos geométricos, a Participante 7 identifica também a importância de um nivelamento nos conceitos base do desenho, para que os alunos entendam a linguagem e consigam acompanhar melhor as aulas de DT I. A participante 9 corrobora neste sentido quando diz que é importante “proporcionar estratégias de nivelamento, para aqueles alunos chegam ao curso no primeiro semestre sem base em conhecimentos geométricos, por deficiências de formação”.

O Participante 5 e a Participante 3 consideram que devemos pensar em estratégias, buscar formas de direcionar a disciplina, para provocar o aluno e envolvê-lo nas atividades. Neste sentido, a Participante 7 fala que “devemos encontrar uma forma de fazer com que os alunos se interessem pelas informações dos importantes vídeos produzidos durante o ensino

remoto”. A Participante 9 também pensa que devemos “estudar qual a melhor estratégia para usar esses recursos: quando e como usar?”, se referindo ao material desenvolvido durante o ensino remoto e recursos como *softwares* etc.

O Participante 1 vê a utilização de projetos práticos, atividades “mão na massa”, como fundamentais nas disciplinas de GD, projetos que vinculem a “expressão gráfica à prática profissional”. Segundo ele, o projeto geométrico está envolvido em todos os cursos de engenharia e atividades em grupo e em equipe são fundamentais para trabalhar colaborativamente. A Participante 9 também considera “importante utilizar situações de projeto nas atividades em sala de aula”.

O Participante 1 e o Participante 8 disseram que as disciplinas de GD poderão ser oferecidas no futuro, para os alunos ingressantes (primeiro semestre) do curso de Engenharia Civil, como uma disciplina só, de 4 créditos, nos mesmos moldes da disciplina já oferecida ao curso de Engenharia Mecânica desde o primeiro semestre de 2023.

Para o participante 12, é importante instigar os alunos a ter mais autonomia para tomarem decisões no projeto, quando realizam trabalhos em grupos sem o auxílio do professor, explicando que as decisões devem ser justificadas de forma técnica.

Segundo o Participante 5 “não é necessário contextualizar todos os assuntos abordados, mas sim, sempre que possível exemplificar a aplicação”, e salienta que “deve-se considerar também a necessidade de desenvolver competências e habilidades para o futuro profissional”.

Outro aspecto apontado pelo Participante 1 como tendência, será a eliminação das provas como são feitas hoje (duas provas), substituindo-as, por projetos maiores, distribuídos ao longo do semestre (4 ou 5 projetos), isso reduzirá a ansiedade pré-prova e o fator estresse da “geração ansiedade”. Neste sentido, o Participante 5 concorda dizendo que o mais adequado seria realizar uma “avaliação processual”.

Para o futuro, o Participante 5 pensa que devemos “defender a importância das nossas disciplinas” com as Comissões de Graduação dos cursos de Engenharia (COMGRADs ENG), mostrando e discutindo a importância dos pré-requisitos, e que as disciplinas de expressão gráfica “não estão na grade só pra encher o currículo”. E, “saber das COMGRADs ENG que perfil do egresso esperam formar: competentes em projetos ou em gestão?”. O Participante

2 concorda, e diz que devemos “investir em conversas, entre os professores do departamento e com as COMGRADS dos cursos de engenharia, com reuniões periódicas, para mostrar a importância das disciplinas de expressão gráfica e solicitar/mostrar nossas demandas, impedindo que sejam retirados pré-requisitos das disciplinas”. A Participante 3 pensa que os professores devem ser firmes em “fixar” os pré-requisitos das disciplinas, “caso contrário a falta de conhecimento prévio deverá ser suprida pela sua disciplina”.

Outro aspecto apontado pelos Participantes 5 e 9 é a necessidade urgente de se pensar em um planejamento estratégico para o futuro dessas disciplinas, em função das diretrizes curriculares dos cursos e das competências necessárias, para que nossas disciplinas, tão importantes nos currículos de engenharia, não sejam eliminadas.

Neste sentido, um dos pontos cruciais, segundo a Participante 9, aponta para que “os professores tenham mais oportunidades de interagirem para encontrar os caminhos para a interdisciplinaridade e para que identifiquem as demandas, conheçam melhor os cursos, para estudarem as possíveis interações dentro do curso, encaminhando melhor as soluções, e buscando recursos, quando necessário”.

Outro ponto observado pela Participante 9 é estabelecer estratégias para a integração com outras disciplinas, de forma que ambas se beneficiem. O Participante 2 exemplifica que há possibilidade de “proporcionar a interligação (interdisciplinaridade) de DT I e DT II”.

Outro aspecto que poderia trazer um alívio no conteúdo a ser explorado nas disciplinas de DTII é o oferecimento de cursos sobre softwares de BIM e CAD, como atividades de extensão, segundo as Participantes 9 e 3. Para a Participante 6, por exemplo, a metodologia BIM deveria ser trabalhada ao longo do currículo de engenharia”, e não ser incorporada somente na disciplina de DT II.

Apêndice D

Enunciado da atividade para a disciplina de DT IA.

Faculdade de Arquitetura - Departamento de Design e Expressão Gráfica

ARQ3318 – DESENHO TÉCNICO I A

PROJETO PRÉDIO DA CIDADE

(12/12/2023)

A partir de uma **foto/imagem de uma edificação da cidade** o grupo deve **definir um modelo 3D simplificado**. A foto será **fornecida pelo professor** e as edificações serão **sorteadas entre os grupos**.

O modelo 3D da “Edificação Simplificada” deve ser apresentado na forma de um **croqui** que considere as **proporções da edificação**, em **Perspectiva Isométrica** com a **aplicação de sombra**.

O grupo deve trabalhar colaborativamente, porém **o croqui deve ser entregue individualmente** no final da aula, por todos os componentes, em folha A4, identificada com o nome do aluno e número do grupo.

A partir do Croqui, representado em Perspectiva Isométrica, **representar 3 vistas da “edificação simplificada”** conforme sua posição de trabalho.

O **conjunto de vistas deve ser entregue individualmente** no final da aula, por todos os componentes do grupo, em folha A4, identificada com o nome do aluno e número do grupo.

Enunciado da atividade para a disciplina de GD IIA.

Faculdade de Arquitetura - Departamento de Design e Expressão Gráfica

ARQ3317 – GEOMETRIA DESCRITIVA II A

PROJETO PRÉDIO DA CIDADE**(19/12/2023)**

Planificar o sólido correspondente à “Edificação Simplificada”, determinando as VGs das faces por MSR na écura do sólido.

O **sólido planificado** deve ser representado separado da écura, em uma **outra folha A3** e com os seus **vértices devidamente identificados**.

A **écura e o sólido planificado** devem ser **entregues individualmente** no final da aula, por todos os componentes do grupo, em folhas A3, identificadas com o nome do aluno e número do grupo.

A partir da planificação, **construir a maquete do sólido** correspondente à “edificação simplificada”, utilizando **papel de gramatura 180g/m2** fornecido pelo professor.

No final da aula, **cada grupo deve entregar uma maquete do sólido**, identificada com o número do grupo.

Apêndice E

Imagens fornecidas aos alunos (impressas no formato A4) para o desenvolvimento da atividade em DT IA.





CHALÉ DA PRAÇA XV

Fonte das imagens: www.google.com.br



GINÁSIO TESOURINHA

Fonte Imagens: google.com.br



uma corporate

FONTE IMAGENS: umaincorporadora.com.br

**SANTUÁRIO
NOSSA SENHORA
MADRE DE DEUS**



Fonte das imagens: www.google.com.br

Apêndice F

Épuras das “edificações simplificadas” fornecidas aos alunos (impressas no formato A4 a partir do HyperCAL^{3D}) para o desenvolvimento da atividade em GD IIA.

