



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA MULTICAMPI DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA

EDMAR PIACENTINI JR.

**ENSINO DE DESENHO TÉCNICO POR PENSAMENTO
COMPUTACIONAL**

DISSERTAÇÃO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2023

EDMAR PIACENTINI JR.

ENSINO DE DESENHO TÉCNICO POR PENSAMENTO COMPUTACIONAL

COMPUTATIONAL THINKING TO TEACHING TECHNICAL DRAW

Dissertação apresentada ao Programa Multicampi de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno

CORNÉLIO PROCÓPIO
2023



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



EDMAR PIACENTINI JUNIOR

ENSINO DE DESENHO TÉCNICO POR PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências Humanas, Sociais E Da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Ciências E Novas Tecnologias.

Data de aprovação: 15 de Dezembro de 2023

Eduardo Filgueiras Damasceno, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Armando Paulo Da Silva, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcio Aurelio Furtado Montezuma, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Ricardo Augusto Lins Do Nascimento, Doutorado - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (Ifms)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 15/12/2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

A DEUS por todas as oportunidades e bênçãos concedidas a mim, pela força e tranquilidade nos momentos de fraqueza e dificuldades.

Ao Programa Multicampi de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, PPGEN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que proporcionou o aporte necessário para que esta dissertação fosse concluída.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – câmpus Cornélio, seus docentes e funcionários.

Ao Professor Doutor Eduardo Filgueiras Damasceno, meu orientador, muito mais que isso, pela manifestação incondicional de apoio e disponibilidade, pelos aconselhamentos, direcionamento assertivo e pelo estímulo permanente, que muito contribuiu para meu desenvolvimento acadêmico e o desta proposta de ensino. Agradeço ao Damasceno muito além de palavras, até porque hoje, acredito que veio do céu viver entre nós. Graças a Deus.

À Banca de Qualificação (Profa. Dra. Alessandra Dutra e Prof. Dr. Márcio Aurelio Furtado Montezuma) e de Defesa (Prof. Dr. Ricardo Nascimento, Prof. Dr. Márcio Aurelio Furtado Montezuma e Prof. Dr. Armando Paulo da Silva) por suas preciosas contribuições para o desenvolvimento desta dissertação.

Às turmas de Desenho Técnico que efetivamente participaram da pesquisa e a todas as outras que, desde o início de meu trabalho como docente, nas trocas constantes de experiências, suscitaram aprendizado conjunto deram subsídio para que eu chegasse até aqui.

À Luciana primeira e tal que única na forma de amizade na UTFPR, amigos além desta vida. Pela leitura dos originais, pitacos ocasionais e revisão textual.

Agradeço ao Kauam pela comunhão tanto nos desafios como nas experiências da vida e na engenharia, algumas boas outras maravilhosas e outras onde mais uma vez Deus fez como na passagem das pegadas na areia da praia, onde só havia um par de pegadas e não eram as minhas. Muito obrigado.

Agradeço a participação e a parceria com a Adriana que se fez insubstituível nos dias e noites desta caminhada. Algumas delas é onde se constrói o “ser” além do material.

O valor de uma educação universitária não está no aprendizado de muitos fatos, mas no treinamento da mente para pensar.

A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado enquanto a imaginação abraça o mundo inteiro.

Albert Einstein.

RESUMO

PIACENTINI Jr, E.. Ensino de Desenho Técnico por Pensamento Computacional. 2023. 45 f. Dissertação – Programa Multicampi de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2023.

No Ensino de Engenharia, uma das limitações de aprendizagem mais comuns é a compreensão das técnicas de abstração para representação de desenho de projeto, devido a necessidade do entendimento dos processos cognitivos tais como: Raciocínio Lógico, Sistemático e Espacial. Estes processos são a base do pensamento geométrico que visa a representação de um objeto baseado em figuras 2D e 3D em um plano bidimensional. Apesar de diversas estratégias de ensino já desenvolvidas, o ensino ainda permanece com um caráter *Ad-Hoc*, carecendo de uma abordagem científica. **Objetivos:** Este trabalho apresenta uma proposta de estratégia de ensino a partir da aplicação do pensamento computacional com intuito de facilitar a compreensão dos modelos representativos de objetos e a sistematização de uma solução de desenho de projeto. **Metodologia:** Foi usada uma pesquisa do tipo survey (questionário fechado) em dois momentos (Pré e Pós) contendo 17 perguntas ao total, objetivando identificar o assentamento de aprendizagem e o quanto de elevação de conhecimentos sobre o Desenho Técnico. Obteve a partir das observações de 57 alunos dos cursos de Engenharia Eletrônica, Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Estes foram separados em dois (02) grupos de estudo, um Grupo de Experimental que recebeu as instruções com a abordagem de pensamento computacional e outro Grupo de Controle não recebeu. **Resultados:** A partir da observação do fenômeno e a análise dos dados dos questionários foi endereçado que a estratégia de ensino por pensamento computacional favoreceu a apreensão do conhecimento e da técnico de desenho técnico por alunos de tinham maiores dificuldades em identificar elementos de desenho tridimensional. Ademais, houve uma maior apreensão do conhecimento medido pela elevação e concentração das notas obtidas na verificação de aprendizagem pelo grupo que foi exposto à estratégia de ensino por Pensamento Computacional. **Conclusão:** A aplicação da estratégia de ensino por Pensamento Computacional no Desenho Técnico contribuiu para o desenvolvimento da percepção da visão espacial, perspectiva isométrica e na formação do desenho esquemático de projeto técnico em engenharia. Além de se apresentar uma ferramenta para estimular a criatividade, posto que a construção inicial do desenho se dá no universo lúdico, é um método para transformar processos mais complexos em processos mais simplificados.

Palavras-chave: Pensamento Computacional, Desenho Técnico, Raciocínio Lúdico, Estratégia de Ensino, Metodologia Ativa, Habilidades e Competência, Ensino de Engenharia.

ABSTRACT

PIACENTINI Jr, E.. Computational Thinking to Teaching Technical Draw. 2023. 45 f. Dissertação – Programa Multicampi de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2023.

One of the most common learning limitations in engineering education is understanding abstraction techniques for project drawing representation due to the need to understand cognitive processes such as Logical, Systematic, and Spatial Reasoning. These processes are the basis of geometric thinking, which aims to represent an object based on 2D and 3D figures on a two-dimensional plane. Despite the various strategies developed, teaching remains, lacking a scientific approach. **Objectives:** This work presents a proposal for a teaching strategy based on the application of computational thinking in order to facilitate the understanding of models representing objects and the systematization of a project design solution. **Methodology:** A survey (closed questionnaire) was used in two stages (Pre and Post) containing a total of 17 questions to identify the learning environment and the extent to which knowledge of Technical Drawing was improved based on the observations of 57 students from the Electronic Engineering, Electrical Engineering, and Control and Automation Engineering courses. They were divided into two (02) study groups, one of which received instruction using the computational thinking approach and the other did not (control group). **Results:** From the observation of the phenomenon and the analysis of the data from the questionnaires, it was found that the teaching strategy using computational thinking favored the apprehension of technical drawing knowledge and technique by students who had more incredible difficulty in identifying three-dimensional drawing elements. In addition, there was a greater apprehension of knowledge measured by the increase and concentration of the marks obtained in the learning check by the group exposed to the Computational Thinking teaching strategy. **Conclusion:** The application of the Computational Thinking teaching strategy in Technical Drawing contributed to the development of spatial vision perception, isometric perspective, and the formation of schematic drawings for technical engineering projects. In addition to being a tool for stimulating creativity, since the initial construction of the drawing takes place in the universe of play, it is a method for transposing more complex processes into more simplified ones.

Keywords: Computational Thinking, Technical Drawing, Ludic Thinking, Teaching Strategies, Engineering Education..

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da Estrutura Típica de Ensino de Desenho Técnico	4
Figura 2 – Arcabouço Conceitual do Ensino de Desenho Técnico	5
Figura 3 – Solid Works e AutoCad	7
Figura 4 – Atividade Baseada em Projetos	8
Figura 5 – Atividade em Pares com Objetos Manipuláveis	8
Figura 6 – Abordagem por Desafios	9
Figura 7 – Atividade por Prototipação em impressora 3D	10
Figura 8 – Arcabouço Conceitual Comparado	12
Figura 9 – Formulário de Pré-Teste	17
Figura 10 – Formulário de Pós Intervenção	18
Figura 11 – Fases de Desenho com Pensamento Computacional	21
Figura 12 – Esquema da Sequência Didática	22
Figura 13 – Validação da Sequencia Didática em Sala de Aula	24
Figura 14 – (a) Representação dos diedros com destaque ao 1 ^o . (b) Objeto no plano espacial no 1 ^o diedro e (c) as vistas ortogonais	25
Figura 15 – Pré-Teste: Quanto o aluno desconhece o Desenho.	26
Figura 16 – Caracterização dos Alunos (Pré-Teste)	27
Figura 17 – Capacidade Técnica de Execução de Desenho	28
Figura 18 – Análise do Desempenho dos Alunos	29
Figura 19 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 1	31
Figura 20 – Habilidade do Pensamento Analítico	31
Figura 21 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 2	32
Figura 22 – Competência em Raciocínio Lógico	33
Figura 23 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 3	33
Figura 24 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 4	34
Figura 25 – Habilidade de Pensamento Analítico	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos Relacionados	15
Quadro 2 – Divulgação Científica Realizada entre 2021 a 2023	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABD	<i>Aprendizagem Baseada em Desafios</i>
ABP	<i>Aprendizagem Baseada em Projetos</i>
AT	<i>Atividades de Ensino</i>
IP	<i>Instrução em Pares</i>
RA	<i>Resultado de Aprendizagem</i>
SD	<i>Sequência Didática</i>
PC	<i>Pensamento Computacional</i>
2D	<i>Bidimensional</i>
3D	<i>Tridimensional</i>

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 Ensino de Desenho Técnico	4
2.2 Aprendizagem Centrada no Uso da Ferramenta	6
2.3 Abordagem Baseada em Projetos	7
2.4 Abordagem Baseada Instrução em Pares	7
2.5 Aprendizagem Baseada em Desafios	9
2.6 Aprendizagem por Prototipagem	10
2.7 Pensamento Computacional: Uma nova abordagem para o Ensino	10
2.8 Trabalhos Relacionados	13
3 – METODOLOGIA	16
4 – PRODUTO EDUCACIONAL	20
4.1 Sequência Didática	20
4.2 O Planejamento da Sequência Didática	20
4.3 Público Alvo	23
4.4 Acesso ao Produto Educacional	23
4.5 Validação do Produto	23
4.6 Limitações do Produto	25
5 – RESULTADOS	26
6 – CONCLUSÕES	38
6.1 Publicações Realizadas	40
Referências	41

1 INTRODUÇÃO

Uma das disciplinas que é mais comum a todos os cursos superiores de Engenharia é a disciplina de Desenho Técnico (FARDIN, 2020). Normalmente ela é ofertada para os alunos ingressantes destes cursos, e sua execução é por práticas de desenho a mão ou por ferramentas de desenho por computador (ERDOLU, 2019). Sendo o objetivo e resultado de aprendizagem o desenvolvimento de desenhos de projetos em 2D e em 3D (PEREIRA et al., 2011b).

Alguns autores consideram o Desenho Técnico como uma das vias de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de engenharia, arquitetura e desenho industrial (VIEIRA et al., 2011) .

Talvez, por esta razão, ensinar a visualização do espaço 3D utilizando-se apenas de recursos 2D tem se mostrado ineficiente em muitos casos, pois a percepção espacial muda de uma pessoa para outra (MILOVANOVIC et al., 2017). Ademais, qualquer um dos cursos de engenharia prepara seus egressos para serem solucionadores de problemas. A prática na engenharia mostra que, antes de resolver um problema, o engenheiro tem que entendê-lo, visualizá-lo mentalmente e imaginar como modelá-lo tridimensionalmente (TIAN; SCHNABEL, 2018), sendo a disciplina de Expressão Gráfica ou Desenho Técnico que sustenta esta competência.

É muito comum as estratégias de ensino serem aplicadas de maneira Ad-Hoc, suportadas exclusivamente pela atuação docente apresentando casos e como se deu a solução do projeto de desenho. Esta estratégia não é considerada científica, pois não pode ser replicada em outros contextos.

Esta dissertação propõe que a partir de uma técnica de desenvolvimento de raciocínio para solução de problemas seja possível integrar diferentes técnicas de expressão gráfica já existentes. Desta forma este artigo apresenta uma revisão sobre o Pensamento Computacional como técnica científica no intuito de aprimorar o resultado da aprendizagem da disciplina de Desenho Técnico contribuindo para a formação de um aluno crítico e sensível ao uso da tecnologia para representação de suas ideias (ALESSIO et al., 2017).

Esta dissertação pretende apresentar um produto educacional que minimize esse problema, elaborando um método para que os professores de Desenho Técnico e Expressão Gráfica possam replicar os passos propostos utilizando o Pensamento Computacional

1.1 JUSTIFICATIVA

As universidades brasileiras são o elo trino entre a Ciência e Tecnologia e o Progresso Social (FREITAS; SEGATTO, 2014), principalmente em um país caracterizado, até os dias atuais, pela importação de tecnologias, como é o caso das multinacionais estrangeiras.

No entanto, para ser um Engenheiro é necessário compreender mais do que apenas

composições de expressões matemáticas e elementos da físico-química. É necessário uma reflexão mais aprofundada que elimine preconceitos, isolacionismos acadêmicos e alienação social e que seja majoritariamente tecnológico, sem deixar o lado humanístico.

Assim, o profissional de engenharia terá o desenvolvimento da sua profissão diretamente ligado a maravilhas tecnológicas, podendo-se ainda afirmar que todos os profissionais deverão ter como requisito fundamental sua integração no universo digital, ou seja, independente da área que escolham, terão que estar familiarizados com os sistemas informatizados e ferramentas computacionais.

Destarte, na formação deste profissional é requisito fundamental desenvolver a habilidade de ser resolver problemas de maneira eficiente e ágil. E esta habilidade passa pelo desenvolvimento de uma característica funcional de representação de estruturas de desenho (SRINIVASAN; SMITH; BAIRAKTAROVA, 2016).

Assim, esta pesquisa se justifica no processo de encontrar uma maneira de compor uma disciplina de Desenho Técnico, que possibilite aos docentes da área estimular os alunos a desenvolver suas habilidades de percepção de desenho, a fim de garantir a aquisição da habilidade de solucionar problemas da engenharia por meio de expressões gráficas e modelagem de sólidos, pois estes temas serão objeto de estudo em diversas outras disciplinas no curso de engenharia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Propor condições para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de longa duração em Desenho Técnico nos acadêmicos ingressantes dos cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um arcabouço didático para o ensino de Técnicas de Desenho com base em quatro pilares do Pensamento Computacional;
- Promover a capacidade do discente ingressante em abstrair elementos gráficos a partir de representações simples, motivando-o ao uso de técnicas de raciocínio lúdico, sistêmico e orientado à tarefa;
- Construir e disponibilizar uma Sequência Didática para o Ensino de Desenho Técnico a fim de que os professores possam fornecer ao aluno uma alternativa de aprendizado de fácil fixação a partir do Pensamento Computacional.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está disposto da seguinte forma:

No Capítulo 1, a introdução ao contexto do tema aqui abordado nesta dissertação e as suas limitações de ensino e aprendizagem, bem como a justificativa, objetivos gerais e objetivos específicos que conduzem o desenvolvimento dessa proposta.

Já o Capítulo 2 trata do referencial teórico. Neste são exibidos e explicados os seguintes conceitos: Ensino de Desenho Técnico perante as diversas práticas já realizadas e os Trabalhos Relacionados com os quais foram construídas as bases desta dissertação. Também apresenta os fundamentos do Pensamento Computacional para poder posicionar o leitor sobre a abordagem pesquisada.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia de pesquisa proposta para garantir o desenvolvimento da intervenção e a proposta intervencionais comparada que se espera aplicar para averiguar a hipótese de trabalho expressa nesta dissertação.

O Capítulo 4 apresenta uma breve descrição do do Produto Técnico e Tecnológico, a sequencia didática necessária para que outros docentes da disciplina de desenho técnico possam se apropriar dos processos educacionais desenvolvidos.

Depois o Capítulo 5 apresenta os resultados da pesquisa aplicada com os discentes e a apresentação de dados que foram compilados em gráficos para análise.

E, ao Findar, o Capítulo 6 apresenta as conclusões a partir dos achados no desenvolvimento deste trabalho.

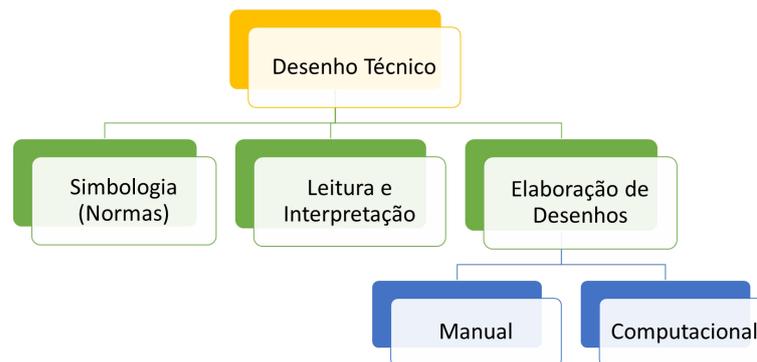
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ensino de Desenho Técnico

Muitos alunos adentram no Ensino Superior com defasagens de aprendizado na representação geométrica e na matemática descritiva, e têm nestas disciplinas de introdução ao curso a chance de compensar e aprofundar seus conhecimentos (SILVA; CONCEIÇÃO; PINTO, 2011).

Assim, a disciplina de Desenho Técnico normalmente aborda conceitos teóricos e práticos, que em geral compreendem três principais aspectos: i) apresentação de simbologias, geralmente especificadas em normas; ii) leitura e interpretação de desenhos; e iii) elaboração de desenhos, conforme o fluxograma na Figura 1 .

Figura 1 – Fluxograma da Estrutura Típica de Ensino de Desenho Técnico



Fonte: Adaptado de (BUENO; GONSALEZ-BUENO; SANTOS, 2021)

Nos primórdios do ensino de engenharia, o desenho era realizado em folhas de papel e vários instrumentos eram utilizados, como as régua e esquadros. Assim, o aluno adentrava no universo da engenharia com o desenho em lápis para traçar linhas que formavam as divisórias das edificações ou de objetos, e no momento da finalização, os traços eram feitos em nanquim (PEREIRA et al., 2011a).

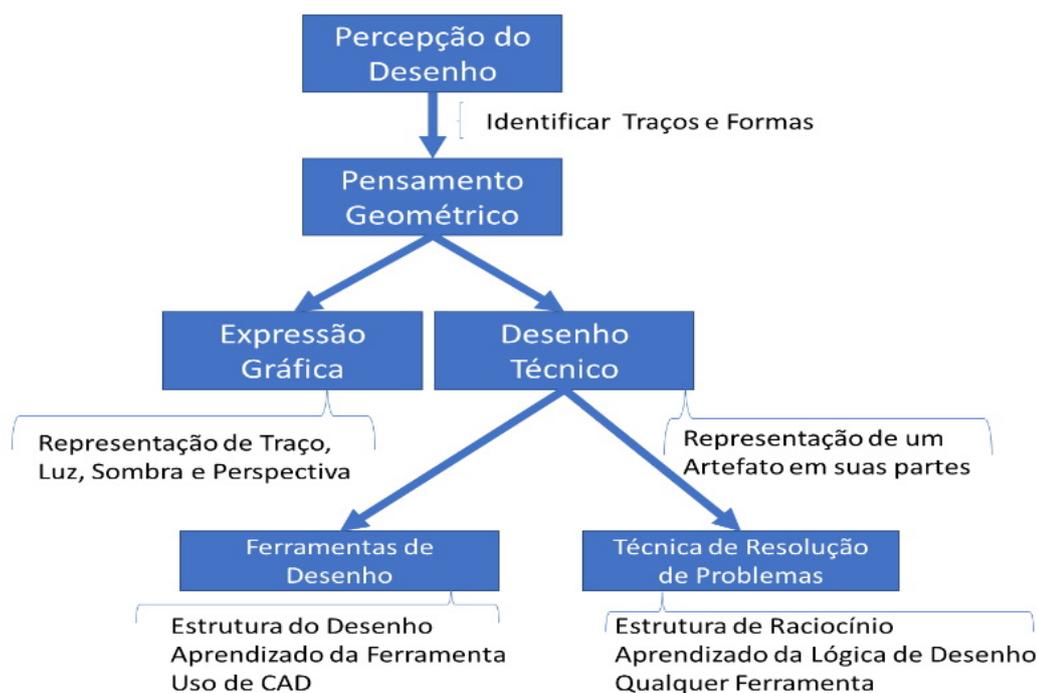
Desta forma, para o traçado de uma perspectiva cônica era necessário o uso de instrumentos como régua paralelas, escalímetros e esquadros para seu desenvolvimento correto e preciso (CASTRO; SANTOS; VILLELA, 2022).

Nesse contexto, o ensino do Desenho Técnico tem passado por significativas transformações ao longo dos anos para que os alunos se apropriem tanto das ferramentas digitais mais modernas, quanto dos processos de aprendizado mais autônomos e participativos.

Nesta seção serão abordados os fundamentos sobre os métodos de ensino na engenharia e a abordagem para o ensino de desenho técnico, bem como o método do pensamento computacional.

Como técnicas de representação gráfica passam pela evolução do desenho, desde o processo de usar o papel com a caneta nanquim em uma prancheta com régua até a projeção digital desenvolvida em softwares de CAD/CAM, desenvolvemos um arcabouço conceitual, visto na Figura 2 que ilustra como concepções gerais sobre o ensino de desenho dentro da área de engenharia.

Figura 2 – Arcabouço Conceitual do Ensino de Desenho Técnico



Fonte: Autoria própria (2023)

Assim para construir um artefato qualquer é necessário idealizá-lo a partir de componentes mais simples e representá-lo de uma forma visual, o que denominamos de Percepção de Desenho, cujo objetivo é identificar formas e traços que podem ser usados para representação da artefato.

A partir deste ponto é estimulado o Pensamento Geométrico, que pode ser entendido como perceber e pensar os objetos do e no espaço, ver e medidas interpretar e formas, desenhar e representar e ser capaz de descrever esses objetos, suas propriedades e as relações entre os mesmos, mobilizando e articulando conceitos da geometria tradicional (COSTA, 2020).

Assim, o arcabouço proposto estabelece uma divisão para melhor compreensão, que dependendo do propósito do curso de desenho pode ser tomada. Nesta etapa o foco está no processo de se construir uma ideia e transmiti-la por meio de desenhos é o que se apoia a expressão gráfica (JONES, 2018).

Por meio destes esboços o projetista entende a complexidade da construção de muitos aspectos de variáveis simultâneas dos elementos ou componentes de um produto, e tudo pode ser visto e compreendido em conjunto (SILVA; LOZZA; GÓES, 2015).

Ademais, a projeção de um objeto e a sua representação gráfica no plano de projeção, por meio de artifícios de desenho é possível a projeção em um plano 2D de um objeto 3D (VIEIRA et al., 2011).

Sendo assim, muitas abordagens de cursos ligados à área da indústria criativa, como arquitetura e design se apoiam na formulação de estratégias de ensino centrada no pensamento (KALEFF et al., 1994) geométrico e expressão gráfica (SILVA; LOZZA; GÓES, 2015) por compreenderem a necessidade da representação do traçado e a função das técnicas de Luz, Sombra e Perspectiva para produzirem um conceito, seja artístico ou seja de impressão visual (ALVES, 2009).

Ao findar de nosso arcabouço temos duas abordagens de desenvolvimento de competências profissionais requeridas do futuro engenheiro (SILVA; CONCEIÇÃO; PINTO, 2011). Este profissional deve desenvolver as habilidades e competências acerca da visão espacial, com intuito de compreender uma forma tridimensional através de sua representação plana, tem alta relevância aos profissionais engenheiros (BARROS; CORREIA, 2007). Desta forma encontra-se dois vieses de ensino: um centrado no uso de Ferramentas de Desenho; e outro Centrado na Resolução de Problemas.

Considerando a popularização das Ferramentas de Desenho em CAD, esses recursos têm gerado profundo impacto de produção tecnológica por facilitar análises físico-matemáticas de predição de desempenhos e comportamentos, por auxiliar a fabricação de peças com máquinas automáticas programáveis, além de permitirem simulações digitais de montagens de máquinas e dispositivos antes mesmo de os componentes estarem fisicamente disponíveis (BUENO; GONSALEZ-BUENO; SANTOS, 2021) .

E por isso, normalmente a disciplina Desenho Técnico é o primeiro contato dos alunos de engenharia, com a representação de desenhos manuais e com o auxílio de computadores (CASQUEIRO et al., 2018).

2.2 Aprendizagem Centrada no Uso da Ferramenta

A Aprendizagem Centrada no uso da Ferramenta, do inglês *Tool-Based Learning* (TBL), é um método de ensino ancorado no uso extensivo de uma ferramenta de computação (CLAREBOUT; ELEN, 2006).

A disciplina de desenho técnico é fortemente centrada nas ferramentas tais como AutoCAD, Draft Sight, SOLID Works, SOLID Edge (PALHACI; DEGANUTTI; ROSSI, 2007), destes, dois exemplos são vistos na Figura 3.

O fundamento principal desta abordagem é que o aluno consegue visualizar o modelo 3D em suas diversas faces, e a sua transição para o 2D. Este aluno consegue compreender os planos de cortes possíveis e definir o tipo de corte que deve ser aplicado (ROQUE et al., 2021)

2.3 Abordagem Baseada em Projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas (TOYOHARA et al., 2010).

Assim, os projetos podem ser realizados de forma individual ou em grupo, desde que se cumpra um propósito de ação intimamente do aluno como produtor do conhecimento (ENVAL et al., 2022).

Deste modo, os alunos têm algum poder de escolha aos métodos a serem usados para desenvolvê-lo e tendem a ter uma motivação maior na solução dos problemas, seja em grupo ou de forma individual, como pode ser visto na Figura 4 .

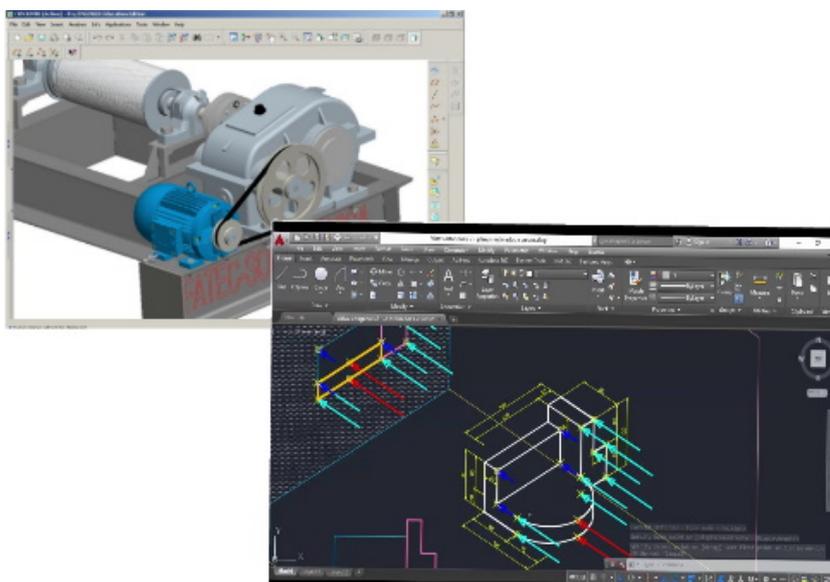
2.4 Abordagem Baseada Instrução em Pares

A Abordagem Baseada em Instrução entre Pares (IP) é um processo de ensino focado na aquisição de conhecimento e habilidade por meio de cooperação entre estudantes de status e habilidades, organização e engajamento, conflito cognitivo, gerenciamento de erros, comunicação e afeição (GULATEE, 2017) .

Esta abordagem baseia-se no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de turma, por meio de debates e discussões sobre os pontos centrais e colaterais do projeto com auxílio do professor.

Esta abordagem tem por características ser uma metodologia ativa que fomenta a aprendizagem colaborativa entre pares proporcionando um aprofundamento dos conhecimentos

Figura 3 – Solid Works e AutoCad



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 4 – Atividade Baseada em Projetos



Fonte: [Roque et al. \(2021\)](#)

e técnicas de operação ([MEDEL; BIANCHI; CRUZ, 2021](#)).

Normalmente está associada ao uso de ferramentas de projeto digital e representações por construções de modelos prototipados fisicamente. Em diversos casos é apresentado um momento *hands on*, "mão na massa".

Por meio de oficinas de identificação de proporção, perspectiva e projeção ortogonal, os alunos realizaram atividades, aprendem técnicas que proporcionam a compreensão dos conteúdos e o desenvolvimento da visão espacial ([CASQUEIRO et al., 2018](#)), vide Figura 5 .

Figura 5 – Atividade em Pares com Objetos Manipuláveis



Fonte: [Fardin \(2020\)](#)

2.5 Aprendizagem Baseada em Desafios

Aprendizagem Baseada em Desafios (ABD), do inglês *Challenge-Based Learning* pode ser considerada um aprimoramento do método de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que é focado na construção interdisciplinar e coletiva de conhecimentos, para uma proposta a qual estimula o estudante a buscar um tema e um desafio e que esteja no escopo e contexto de seu interesse. (ALESSIO et al., 2017).

Nesta abordagem as funções no formato ABD, a avaliação diagnóstica se estabelece em três pilares: diagnóstica, formativa e somativa (SUSZEK et al., 2019).

Importante destacar que, no formato ABD, a avaliação diagnóstica fica, em grande parte, sob a responsabilidade dos pares, ou seja, dos colegas de grupo que acabam por realizar o trabalho de detecção da presença ou ausência de habilidades e pré-requisitos e, dependendo da coesão do grupo, o processo de aprendizagem ocorre para os dois lados: quanto para quem fala e apresenta a solução, desenvolvendo a aprendizagem de mais alto nível, vide sala de apresentação na Figura 6.

Figura 6 – Abordagem por Desafios



Fonte: Suszek et al. (2019)

2.6 Aprendizagem por Prototipagem

Com a popularidade e barateamento cada vez maior das impressoras 3D, esta tecnologia vem adentrando aos espaços educacionais ampliando a compreensão, por parte dos alunos, em disciplinas que envolvem conceitos tridimensionais.

A Impressão 3D, permite representar com precisão e, desenvolver análises e estudos de viabilidade técnica, além de realizar rapidamente correções e alterações nos projetos e interagir com os processos de fabricação (GUTIERRES et al., 2019), como pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Atividade por Prototipação em impressora 3D



Fonte: Gutierres et al. (2019)

Outra abordagem é confecção de protótipos em madeira MDF (VIEIRA et al., 2011), medida simples que acarreta muitos benefícios tanto aos estudantes quanto aos professores, pois melhora o desempenho dos alunos e diminui os esforços do professor no ensino das projeções ortogonais e perspectivas.

2.7 Pensamento Computacional: Uma nova abordagem para o Ensino

Em 2010, as organizações CSTA (Computer Science Teachers Association), ISTE (International Society for Technology in Education) e NSF (National Science Foundation) apresentaram um conjunto de ferramentas conhecido como Computational Thinking Toolkit,

com o objetivo de promover o desenvolvimento das habilidades de Pensamento Computacional (PC) nas escolas de ensino fundamental e médio (ISTE, CSTA, 2011).

O conceito do PC é embasado no funcionamento cognitivo ancorado na área da Ciência da Computação que fornece ao aprendiz uma forma de resolução de problemas com a percepção de comportamento humano e fundamenta-se em estratégias comumente utilizadas por programadores ao explorarem ou investigarem um problema (SANTANA; MARTINS, 2017).

O PC entrou em destaque nos últimos anos na área de educação em computação e faz parte de diversos currículos de computação na escola básica, técnica e no nível superior. É frequentemente descrito como um processo de resolução de problemas por meio de habilidades cognitivas (SANTANA; CHAVEZ; BITTENCOURT, 2021).

Navarro e SOUZA (2012) discutiram a relação entre educação, sociedade e ciência da computação, abordaram o que consideram ser os nove pilares/capacidades do PC: Coleção de dados, Análise de dados, Representação de dados, Decomposição do problema, Abstração, Algoritmos e procedimentos, Automação, Paralelização e Simulação. Para tanto, relacionaram tais pilares a cinco áreas nas quais acreditam que o PC está presente: Ciência da Computação, Matemática, Ciência, Estudos Sociais e Artes da Linguagem.

Ao buscar o histórico para o PC, tem-se que a primeira menção ao termo é de 1967, quando Seymour Papert, Cynthia Solomon e Wally Feurzeig abordaram a Educação Matemática com a linguagem LOGO (SOLOMON et al., 2020).

Quase quarenta anos depois, o PC começa a ser relacionado a pesquisas na área de Educação. Jeanette Wing, em 2006, defende que o PC seja introduzido na Educação Básica, para auxiliar “o desenvolvimento de habilidades que envolvem abstrações, reconhecimento de padrões para representar problemas de novas maneiras, divisão de problemas em partes menores e pensamento algorítmico” (NAVARRO; SOUZA, 2012).

No entanto, é importante lembrar que, embora o número de pesquisas tenha aumentado significativamente nos últimos anos, ainda não há um consenso sobre a definição de Pensamento Computacional e como abordá-lo na área de Educação.

Assim, Azevedo e Maltempi (2020) apresentam quatro pilares para o trabalho com PC. O primeiro é a decomposição de um problema amplo em mini problemas que, quando resolvidos, culminam para a solução do problema maior. O segundo pilar diz respeito ao reconhecimento de padrões e tem por objetivo encontrar semelhanças entre os problemas menores. O terceiro pilar é relacionado à abstração, no qual o aprendiz foca nos detalhes importantes para a solução do problema, desprezando informações irrelevantes. O quarto e último pilar é a fase na qual é proposto um passo a passo de resolução de problemas, sendo essa fase embasada no pensamento algorítmico.

Para a construção da Sequência Didática para Ensino de Desenho Técnico a partir do PC apresentada nesta dissertação, a ordem dos pilares difere da apresentada por Azevedo e Maltempi (2020).

Visando a desenvolver uma sequência operacional e a viável, na qual o discente seja

estimulado gradualmente, optou-se por trabalhar com os pilares na seguinte ordem: Abstração, Decomposição, Elemento Padrão e Algoritmo.

Notavelmente pode-se dizer que não é pertinente tratar a abordagem por PC como uma forma exclusiva para se ensinar programação, mas sim como uma forma de compreender problemas que podem ser tratados de uma forma lógica (TEDRE; DENNING, 2016).

Na abordagem no Desenho Técnico, uma ferramenta imprescindível é a análise. É ela que acompanha todo o processo de se utilizar as etapas de desconstrução e reconstrução dos elementos para encontrar uma solução para o projeto/problema.

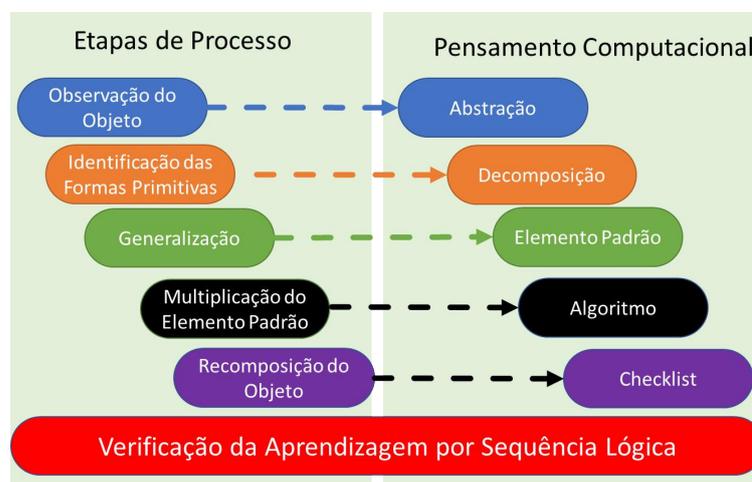
Todas as etapas necessitam dessa característica de raciocínio lógico, analítico e lúdico, características essenciais a qualquer engenheiro. Esse estímulo ao lúdico é usado várias vezes dentro do processo, pois é nesse espaço de ludicidade que as possibilidades de solução são montadas, ajustadas, reorganizadas, desmontadas e projetadas (SANTANA; CHAVEZ; BITTENCOURT, 2021).

Em busca da descoberta de uma sequência operacional viável e executável, é importante ter em mente que, além de dividir o problema em mini etapas (pilar do PC), é necessário verificar se a capacidade própria do aluno e suas habilidades técnicas até o momento são suficientes para a execução do desenho proposto.

Analisar se o discente tem condições para executar o que é preconizado em cada mini etapa, a cada pilar PC, é fundamental para a elaboração do projeto/desenho (CASTRO; SANTOS; VILLELA, 2022) e, principalmente, para oferecer ao educando uma forma gradual de desafios a fim de promover o desenvolvimento cognitivo.

Sabendo-se que o PC possibilita a compreensão de problemas de forma lógica e que a análise é ferramenta essencial para materializar projetos construídos no imaginário / lúdico, esta dissertação pretende trazer uma nova abordagem de Ensino de Desenho Técnico utilizando os pilares do PC.

Figura 8 – Arcabouço Conceitual Comparado



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 8 pode-se observar a correspondência entre as etapas do PC e sua aplicação no Desenho Técnico. O Desenho apresenta um objeto representado em forma de figura de desenho que deverá ser analisada quanto sua forma, dimensão, técnica de construção e posteriormente desenhada pelo aluno.

No primeiro momento, o objeto é analisado quanto aos elementos de menor relevância para a construção do contorno da figura. Esses elementos devem ser observados pela sua representatividade quanto a forma macro do objeto. Alguns elementos que não fazem grande representatividade ao desenho macro serão abstraídos inicialmente do desenho, tornando-o mais acessível a compreensão do desenhista.

Num segundo momento, procura-se identificar como o objeto pode ser modelado nas formas primitivas de cubos, cilindros, paralelepípedos, para assim ser possível dividir o objeto em formas mais simples. Ou seja, transformando o desenho mais complexo numa decomposição em mini desenhos. Essas mini etapas subdividem o desafio maior em mini desafios, agregando a cada mini etapa um mini desafio.

Num terceiro momento, procura-se identificar a representação geométrica mínima de uma mini etapa. A menor parte representativa comum ao mini trabalho é o Elemento Padrão. Este elemento representa a solução básica para a mini etapa. A descoberta desse elemento só é possível quando se desenvolve uma análise crítica e minuciosa do que está para ser trabalhado e desenhado. O elemento padrão por si só não significa a solução plena do trabalho.

Ao aplicar o elemento padrão nas mini etapas as soluções se apresentarão como soluções parciais da mini etapa. Esta análise permite ao desenhista representar quase que todo o trabalho com a aplicação em uma combinação específica desse elemento.

Num quarto momento, pode-se aplicar o elemento padrão como uma solução para as mini etapas. Usando uma sequência lógica de montagem e agrupamento pode-se organizar e apresentar um algoritmo como proposta de solução para as mini etapas. Ao retornar os elementos abstraídos pode ser que algumas formas de elementos padrão necessitem de ajustes.

Num quinto momento o trabalho será recomposto com a junção das mini soluções, agrupando os mini desenhos. Essa recomposição representa a proposta de solução para o trabalho tornando assim as mini soluções na solução para o problema maior. O problema maior se apresenta com a sequência algorítmica das soluções dos problemas menores.

2.8 Trabalhos Relacionados

O PC tem sido reconhecido por diversos pesquisadores como uma técnica para se obter uma habilidade necessária para o desenvolvimento de uma competência, seja de natureza analógica ou digital (RELKIN; RUITER; BERS, 2020).

Principalmente se considerarmos as novas gerações de estudantes que são proficientes em tecnologia, mas são néscios em conhecimento e prática de uso (LYON; MAGANA, 2020).

Assim, esta técnica traz uma combinação de diversas áreas ancoradas no raciocínio lógico e sistêmico envolvidos em formular os problemas e suas possíveis soluções para que estas

sejam representados de uma forma a ser exequível (TEDRE; DENNING, 2016).

De posse disto, nota-se que existe a abordagem do PC no ensino de engenharia nas disciplinas de Lógica de Programação de Computadores (VALENCIA; RUIZ; VEGA, 2022), e nas disciplinas de Introdução à Sistemas Robóticos (WU et al., 2019), no ensino de álgebra (BAGLEY; RABIN, 2016), no ensino de inteligência artificial (SILAPACHOTE; SRISUPHAB, 2017), sistemas complexos (BERLAND; WILENSKY, 2015), matemática discreta (LIU; WANG, 2010).

No Brasil, são várias as iniciativas de introdução ao pensamento computacional nos últimos anos, envolvendo pesquisadores de Escolas e Universidades em diferentes níveis da educação escolar (BARCELOS; SILVEIRA, 2012; ANDRADE et al., 2013; FRANÇA; AMARAL, 2013; RAABE et al., 2015)

Nos Programas de Pós Graduação o PC também tem sido foco de muitos estudos. (NAVARRO; SOUZA, 2012) no artigo intitulado “O pensamento computacional na Educação Matemática: um olhar analítico para Teses e Dissertações produzidas no Brasil”, publicado nos anais do XIII Encontro Nacional de Educação Matemática (XIII ENEM), em 2019, realizaram um levantamento geral no banco de teses e dissertações da Capes.

Usando o descritor “pensamento computacional” e a marcação temporal de 2009 a 2017, encontraram 45 pesquisas em diversas universidades. Se de 2009 a 2013 foram produzidos 5 trabalhos (um por ano), só em 2014 foram 8, número sempre crescente a partir daí: 12 em 2016 e 19 em 2017. (exceto em 2015, com 4).

Há também abordagens para modelagem e simulação de sistemas (MAGANA; COUTINHO, 2017) e técnicas de desenho livre e conduzido (SRINIVASAN; SMITH; BAIRAKTAROVA, 2016), todavia, experimentos de ensino em Desenho Técnico com uma abordagem científica apropriada para a técnica de PC ainda carecem de estudos relacionados.

Quadro 1 – Trabalhos Relacionados

Autores	Disciplina / Curso	Amostra	Achados
(VALENCIA; RUIZ; VEGA, 2022)	Lógica de Programação de Computadores	45 alunos	Avaliação em Grupo e Individualmente
(WU et al., 2019)	Introdução à Sistemas Robóticos	Não Declarado	Discussão para implementação do CDIO
(BAGLEY; RABIN, 2016)	Álgebra Linear	8 alunos	Modelo Computacional, Geométrico e Analítico
(SILAPACHOTE; SRISUPHAB, 2017)	Inteligência Artificial	Não Declarado	Habilidade de Resolução de Problemas de IA
(BERLAND; WILENSKY, 2015)	Sistemas Complexos	78 alunos	Comparação entre Aulas com Simulador Virtual de Robótica e Aulas Tradicionais com PC
(LIU; WANG, 2010)	Matemática Discreta	Não Declarado	Relação entre a Matemática Discreta e o PC
(MAGANA; COUTINHO, 2017)	Modelagem e Simulação de Sistemas	37 Profissionais	Implicações sobre o Ensino de Engenharia
(SRINIVASAN; SMITH; BAIRAKTAROVA, 2016)	Técnicas de Desenho Livre e Conduzido	121 alunos	Cognição Espacial é uma construção flexível

Fonte: Autoria Própria, 2023

3 METODOLOGIA

Este trabalho é composto por uma pesquisa experimental planejada em quatro etapas: A) Definição de Característica da Pesquisa; B) Desenvolvimento do Arcabouço de Aplicação; C) Avaliação dos Sujeitos da Pesquisa; D) Coleta de Dados para análise.

Na etapa (A), foi estabelecido o escopo e objetivos da pesquisa, exaurindo as possibilidades de falhas quanto a processos de ensino ou de transmissão de conhecimento. Aqui critérios como: a influência do pesquisador ao aplicar a pesquisa, e relação professor-aluno durante a pesquisa foram identificados para que seja possível evidenciar os pontos positivos e negativos da pesquisa. Também foram identificadas as variáveis da pesquisa como sendo a motivação e o desempenho acadêmico dos sujeitos pesquisados.

Já na etapa (B), a partir de um levantamento bibliográfico foi possível identificar diversas abordagens e práticas de ensino de Engenharia que culminaram na produção do arcabouço de ensino visto na Figura 8. Outro importante elemento, aqui identificado, foi o de critérios de pré e pós condição de entrevista aos sujeitos da pesquisa.

Na etapa (C) foi desenvolvido um questionário avaliativo baseado no *Computational Thinking Test* (ROMÁN-GONZÁLEZ; PÉREZ-GONZÁLEZ; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, 2017), CTT, que é uma abordagem de verificação de aprendizagem por meio de critérios psicométricos, com o objetivo de identificar a absorção da informação transmitida ao aluno e o quanto ele consegue resolver um problema com os conceitos do PC.

O questionário de diagnóstico de conhecimento prévio está descrito na Figura 9, a qual metodologicamente denominamos de pré teste. Este diagnóstico tem por objetivo apenas identificar o nível de conhecimento do aluno e conseqüentemente da turma, para poder num segundo momento apresentar novas competências.

Já a Figura 10 traz o Formulário de Pós Intervenção (Pós Teste), que tem tem por objetivo extrair do processo de ensino-aprendizagem elementos que corroborem para identificação da capacidade técnica de execução do desenho (questões de 1 a 3), indicativo de habilidade de pensamento analítico (questões 4 a 6), competências em raciocínio lógico (questões de 7 a 9) e aquisição de habilidade em pensamento sistemático (questões de 10 a 13).

O material utilizado na experimentação foi selecionado um a um a partir de um banco

Figura 9 – Formulário de Pré-Teste

Pré Teste						
Identificação do Conhecimento Prévio.						

Identificação: Nome	
RA:	Gênero
Codiname:	() Masc. () Fem.
Turma de:	() Prefiro não informar

		1	2	3	4	5
	Responda o mais sincero possível (mínimo 1 e máximo 5)	Mínimo				Máximo
1	O quanto voce conhece de Desenho Técnico?					
2	O quanto voce conheca de regra ou esquema de Desenho?					
3	O quanto voce conheca de visão espacial?					
4	O quanto voce consegue desenhar na forma de perspectiva isométrica?					

Fonte: Autoria própria (2023)

de dados e literaturas disponíveis na web, para que os alunos pudessem aplicar os conhecimentos dos pilares do PC conforme evoluíam na descoberta e conhecimento técnico. O conceito básico de evolução gradual do conhecimento foi balizador para que um a um os trabalhos fossem sendo organizados e testados em sala com a primeira turma, em 2022.

Quanto ao questionário de levantamento de dados, este também sofreu modificações e foi melhorado graças a sua aplicação na primeira turma. A colaboração dos alunos foi importantíssima e fundamental para que esse primeiro experimento prático fosse possível, elevando a qualidade do material utilizado nas aulas. A aplicação na segunda turma, em 2023, ocorreu com maior fluidez graças aos apontamentos da turma anterior, que colaboraram para essa melhoria no processo.

Os desenhos/projetos foram retirados dos questionários de levantamento de dados para não influenciar na linha de compreensão do aluno quanto a sua resposta. No primeiro modelo de questionário foram desenvolvidas imagens de desenho no AutoCad para elucidar partes de questões, porém foram suprimidas para deixar em aberto o raciocínio de cada aluno buscando a compreensão particular.

Figura 10 – Formulário de Pós Intervenção

Pós-Intervenção							
Identificação							
RA:				Gênero			
Codinome:				[] Masc. [] Fem			
				[] Prefiro Não Informar			
Identificação da Turma							
Pesquisado/a []			Controle []				
Identificação de Conhecimento Adquirido							
- Responda o mais sincero possível, considerando a escala de valores mínimo (1) e máximo (5)							
Pergunta			Mín.		Máx.		
			1	2	3	4	5
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; justify-content: center; width: 50px; background-color: black; color: white; font-weight: bold;"> Abstração Divisão Elemento Padrão Algoritmo </div>	01. Qual o grau de dificuldade que você encontrou na execução da atividade avaliativa?						
	02. O quanto de conhecimento técnico utilizou para resolver o problema?						
	03. Identifique o grau de facilidade desta aplicação de conhecimento						
	04. O quanto você conseguiu selecionar parte dos projetos para ser priorizadas na execução do desenho?						
	05. O quanto você conseguiu identificar níveis prioritários entre as partes da execução do desenho?						
	06. O quanto você teve de reformular algumas partes da execução do desenho?						
	07. O Quanto você desenvolveu os níveis de execução do desenho?						
	08. O quanto você conseguiu subdividir os níveis de execução do desenho?						
	09. O quanto esta divisão auxiliou na execução do desenho?						
	10. O quanto você conseguiu identificar algum elemento fundamental na execução do desenho?						
	11. Qual nível de dificuldade que encontrou para identificar este elemento fundamental no desenho?						
	12. O quanto consegue identificar uma forma primária para a solução da atividade?						
	13. O quanto difícil você considera a repetição dos passos para a execução do desenho?						

Fonte: Autoria própria (2023)

Ainda nesta etapa (C) foi determinado o tamanho das amostras em 20 participantes por grupo, para atingir uma confiança de 90% e um erro não maior que 15%. O experimento está planejado para ser conduzido com dois diferentes grupos (Experimental e Controle). Desta forma, objetiva-se investigar acontecimentos a partir de fatos ocorridos dentro do escopo de sala de aula sendo analisado apenas variáveis controlada e em análise futura compreender o fenômeno.

Os dois grupos passaram por conteúdos disciplinares semelhantes, como: Fundamentos

de Desenho Geométrico, Instrução em Software CAD, Técnicas Construtivas e Perspectivas Isométricas. No grupo experimental, foi introduzido o conceito de PC. Em ambos, os discentes experimentaram e aprimoraram sua capacidade de desenvolver os desenhos. As aulas tiveram a mesma carga horária pra haver paridade de horas de trabalho prático e teórico entre os dois grupos. As atividades de exercícios e avaliações também seguiram em horários separados.

Após a aplicação da atividade avaliativa, foi aplicado o questionário Pós Teste com o intuito de extrair informações sobre a percepção dos alunos sobre a complexidade, facilidade e dificuldades encontradas para a realização das atividades de exercício e avaliações da disciplina.

E, por fim, a etapa (D) inclui as análises estatísticas necessárias para comprovação de nossa pesquisa. Para avaliar a distribuição normal dos dados utilizou-se o teste Shapiro-Wilk, pois é um dos testes mais recomendados para modelagem de fenômenos naturais comuns na área do ensino (OLIVEIRA; SIQUEIRA; ROMÃO, 2020).

Somam-se a este, os testes com Variável Independente (VI) para mensurar o Método de Ensino, e, como variáveis dependentes (VD) a Motivação para Aprender e o Desempenho Acadêmico. Foi adotada como hipótese nula quando os dados não apresentarem diferenças significativas entre os Métodos de Ensino (por PC e Tradicional) nos dois aspectos citados.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

4.1 Sequência Didática

Uma Sequência Didática (SD) é realizada a partir da definição clara das tarefas que se deseja realizar em sala de aula. Apenas tendo em conta os materiais didáticos escolhidos para serem utilizados em cada nível, bem como o tipo de atividades a serem realizadas com estes recursos.

Alguns conceitos fundamentais de alinhamento construtivo e de sequenciação didática são necessários para realizar a concepção e a organização das atividades mencionadas neste trabalho.

Biggs (1999) introduziu o alinhamento construtivo como um método de organizar a educação de modo a que os atos de ensino e de avaliação estejam devidamente alinhados. A este respeito, sugere a definição de Resultados de Aprendizagem (RA) - o que os estudantes devem ser capazes de fazer depois de passarem pelas atividades de ensino - as Atividades de Ensino (AT).

A proposta inicial da Sequencia Didática (SD) foi gerada a definição definirmos especificamente as atividades. Apenas considerando os recursos didáticos selecionados para serem utilizados em cada etapa e os tipos de atividades a serem realizadas nestes recursos (LYE; KOH, 2014).

Para realizar o planejamento e organização das atividades relatadas neste trabalho, foram utilizados alguns princípios básicos do alinhamento construtivo e sequência didática.

4.2 O Planejamento da Sequência Didática

A partir do arcabouço conceitual do ensino de Desenho Técnico desenvolvido para esta dissertação (Figura 8), e do Pensamento Computacional sequenciado especialmente para o desenvolvimento dos projetos de perspectiva isométrica, foi elaborada uma proposta de atividades a serem aplicadas por meio de uma Sequência Didática.

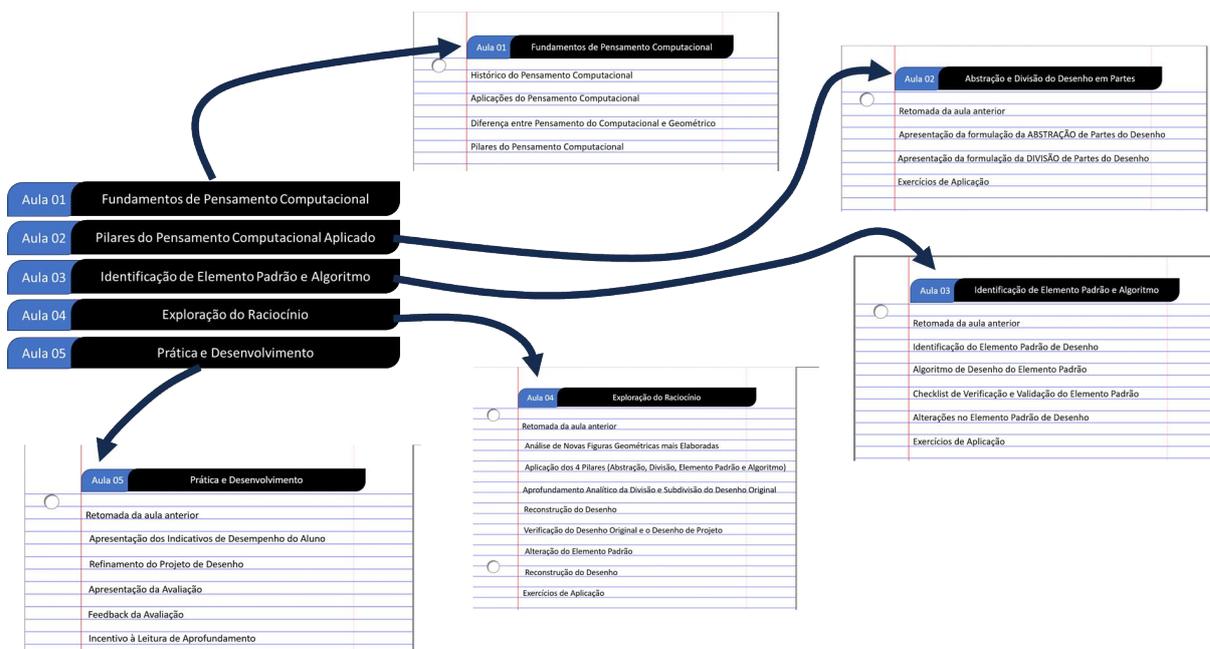
Uma Sequência Didática (SD) é realizada a partir da definição clara das tarefas que se deseja realizar em sala de aula, durante um período de tempo, a fim de alcançar determinados objetivos. Esta forma de organizar, metodologicamente e de forma sequencial, as atividades a

Esses elementos serão apresentados como uma sequência lógica para utilização em soluções de problemas relacionados à compreensão, visualização e construção de objetos de desenho na forma representativa de perspectiva isométrica.

Nas turmas do Grupo Experimental, para as quais esta Sequência Didática começou a ser elaborada e nas quais foi refinada, o Pensamento Computacional foi abordado em 3 fases. Fase 1: Introdução ao PC, Abstração e Divisão do desenho em partes. Fase 2: Abstração, Subdivisão, Elemento Padrão e Algoritmo. Fase 3: Exploração dos pilares do PC. Solução dos mini problemas como solução do problema maior.

Os Resultados de Aprendizagem (RA) esperados para cinco aulas de 50 min. agrupadas es estão ilustradas as conexões na Figura 12:

Figura 12 – Esquema da Sequência Didática



Fonte: Autoria própria (2023)

Aula 1 - Ao final destas aulas o aluno deve ser capaz de reconhecer os quatro pilares do PC e executar o pilar da Divisão em projetos de perspectivas isométricas.

Aula 2 - Ao final destas aulas o aluno deve ser capaz de identificar dois pilares do Pensamento Computacional (Abstração e Divisão) e aplicá-los em projetos de Desenho Técnico.

Aula 3 - Ao final destas aulas o aluno deve ser capaz de identificar quatro pilares do Pensamento Computacional (Abstração, Divisão, Elemento Padrão e Algoritmo) e aplicá-los em projetos de Desenho Técnico.

Aula 4 - Ao final destas aulas o aluno deve ser capaz de reconhecer quatro pilares do Pensamento Computacional (Abstração, Divisão, Elemento Padrão e Algoritmo) e aplicá-los em projetos mais elaborados de Desenho Técnico.

Aula 5 - Ao final destas aulas o aluno deve ser capaz de realizar sua autoavaliação / avaliação quanto às habilidades para solucionar problemas em Desenho Técnico.

4.3 Público Alvo

Professores que ministram aulas de perspectiva isométrica a alunos ingressantes dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Computação e de Engenharia Mecânica que têm em sua grade a disciplina de Desenho Técnico.

Não há pré-requisitos para esta disciplina, todavia é necessário que o docente ministrante venha a explorar o conhecimento prévio de geometria adquirida pelos alunos em anos anteriores como: reconhecimento de figuras, manipulação de formas geométricas, representação espacial e estabelecimento de propriedades, utilizando-os como ancoragem para a compreensão de níveis avançados da disciplina (ALVES, 2009; SERRA, 2012).

4.4 Acesso ao Produto Educacional

A Sequência Didática estará disponível ao final desta dissertação no Anexo ??, no repositório institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e disponível via Repositório Internacional ResearchGate identificado pelo

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.15814.24641>

4.5 Validação do Produto

Esta Sequência Didática para Ensino de Desenho Técnico por meio do Pensamento Computacional foi aplicada durante os meses de setembro e outubro de 2022 e abril e maio de 2023 a 57 alunos dos primeiros períodos dos cursos de Engenharia no Campus Cornélio Procópio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, divididos em duas turmas: Experimental e Controle.

Prancheta, régua paralela, esquadros, escalímetro, lapiseira, borracha e papel A4 e papel preparado isométrico foram os materiais utilizados para as atividades desenvolvidas à

mão e, para atividades mais elaboradas, foi utilizado o programa AutoCad 2021.

A construção do Algoritmo a partir do Elemento Padrão tornou-se mais agradável com o uso do software; caso contrário, a atividade teria se tornado enfadonha e desestimulante se realizada à mão, conforme uma demonstração da sequência desenvolvida em sala de aula, e vista na Figura 13.

Figura 13 – Validação da Sequência Didática em Sala de Aula



Fonte: Autoria própria (2023)

Durante a pesquisa, as turmas Experimental (Pensamento Computacional) e Controle (Transformação Gradual) demonstraram aprendizado quanto a técnicas / estratégias de Desenho, obtendo médias semelhantes em atividades avaliativas com o mesmo grau de dificuldade.

No entanto, uma análise mais acurada aponta que, quando as notas são observadas de maneira agrupada, percebe-se que as médias da turma Experimental foram maiores, do mesmo modo que as notas iniciais não agrupadas

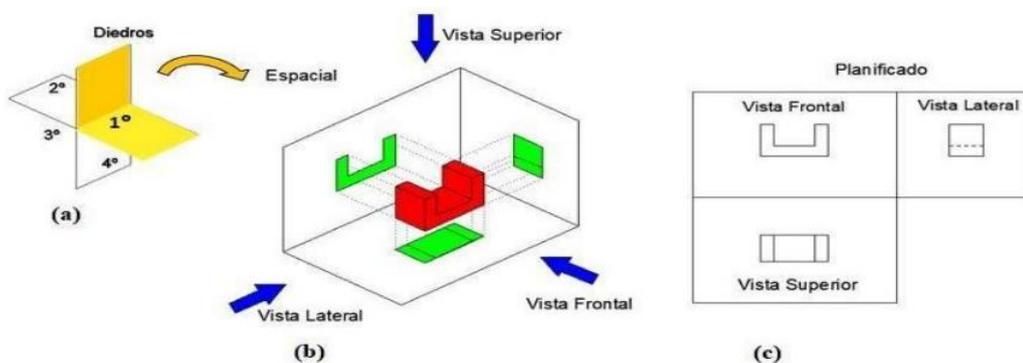
A resolução de problemas a partir da Abstração e Divisão em mini tarefas reiteradamente analisadas parece haver contribuído para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Principalmente para graduandos com pouca ou nenhuma base, a técnica do Pensamento Computacional aplicada ao ensino do Desenho Técnico mostrou-se mais efetiva. Assim, a aplicação

da Sequência Didática a partir do PC possibilitou que o desenvolvimento do raciocínio lógico, sistemático, lúdico, ocorresse de maneira mais abrangente para todos os alunos, validando o produto.

4.6 Limitações do Produto

Atualmente, o Desenho Técnico é ensinado por intermédio de uso de softwares específicos de modelagem que permitem ao aluno fazer desenhos de acordo com as normas de Engenharia e Arquitetura (FREITAS; SEGATTO, 2014).

Figura 14 – (a) Representação dos diedros com destaque ao 1º. (b) Objeto no plano espacial no 1º diedro e (c) as vistas ortogonais



Fonte: Adaptado de Serra (2012)

As projeções ortogonais são um conhecimento fundamental do Desenho Técnico que correspondem à representação de objetos no espaço, obtidas a partir de projeções em três planos perpendiculares, um vertical, outro horizontal e o terceiro em perfil, que definem um triedro triangular como sistema de referência (BUENO; GONSALEZ-BUENO; SANTOS, 2021), conforme a Figura 14.

Nesta dissertação optou-se por não expandir a aplicação do Pensamento Computacional em detalhamento para as vistas ortogonais, sendo esta uma possibilidade de expansão do projeto em fase futura.

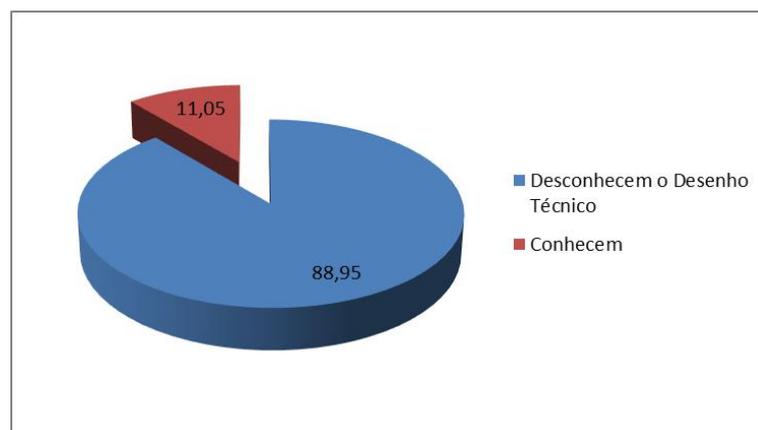
5 RESULTADOS

O campo da engenharia desempenha um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico e socioeconômico de nossa sociedade, e o aprimoramento do ensino nessa área é essencial para formar profissionais altamente qualificados e preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo (MARINHO; MARTINS, 2022).

Compreender e aprimorar as metodologias de ensino utilizadas em cursos de engenharia é um aspecto crucial para garantir a formação de profissionais competentes e capazes de lidar com as demandas e transformações do mercado de trabalho. Nesse contexto, esta pesquisa apresenta dados relevantes sobre práticas pedagógicas, abordagens curriculares, recursos tecnológicos e estratégias de ensino aplicadas em cursos de engenharia.

A pesquisa foi conduzida analisando dois semestres com 57 alunos de turmas variadas dos cursos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Cornélio Procopio. Por meio de questionários, entrevistas e observações em sala de aula, foi coletada uma ampla gama de informações valiosas que gerou uma visão aprofundada sobre a prática de ensino utilizando o Pensamento Computacional como estratégia de ensino.

Figura 15 – Pré-Teste: Quanto o aluno desconhece o Desenho.



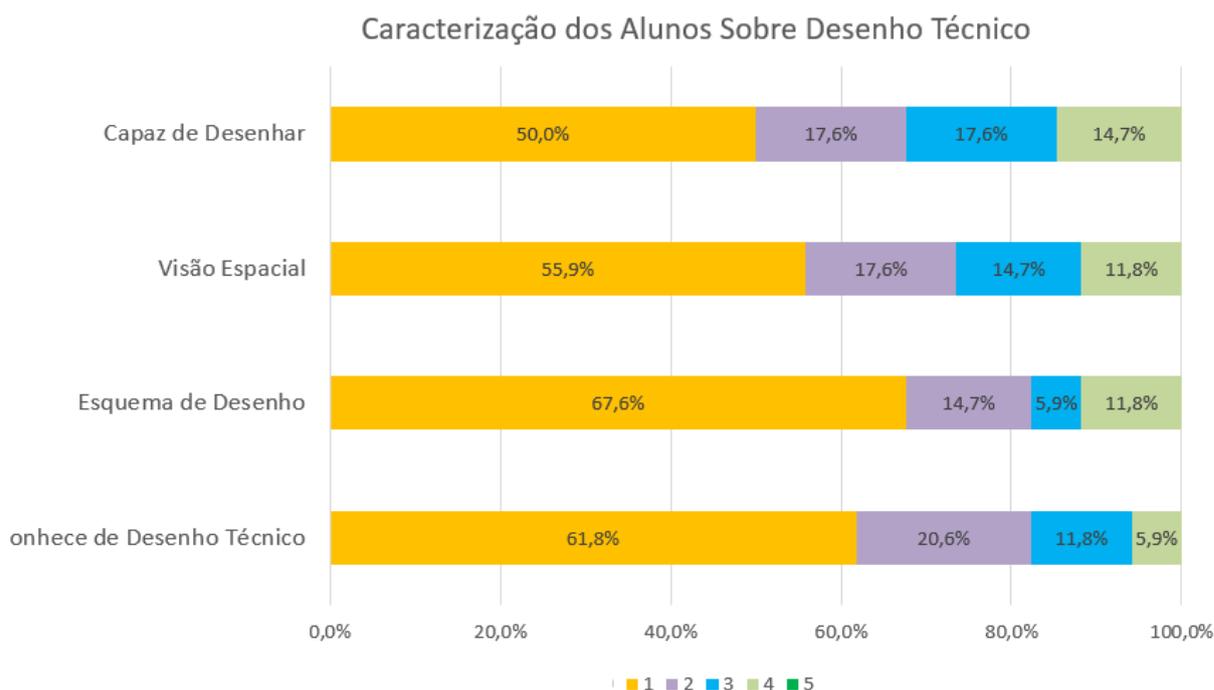
Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 15 está demonstrado que os alunos não conhecem ou conhecem pouco sobre as Técnicas de Desenho Técnico. Este gráfico é uma visualização rápida onde os detalhes estão demonstrado no texto.

Estes alunos têm sua cidade natal em diferentes locais e perfis demográficos, proporci-

onando uma amostra diversificada e representativa da população estudada. Também por isso o produto educacional proposto pode igualmente beneficiar discentes dos cursos de Engenharia Eletrônica, Controle e Automação, Mecânica, Software e Computação, entre outros. As perguntas foram elaboradas com base em teorias e hipóteses prévias, com o intuito de obter dados significativos para a pesquisa em questão.

Figura 16 – Caracterização dos Alunos (Pré-Teste)



Fonte: Autoria própria (2023)

Considerando os dados apresentados na Figura 16 que apresenta um gráfico com a caracterização das habilidades e competências anteriores dos alunos na disciplina, inicialmente foi levantado o conhecimento dos alunos que chegam à disciplina de Desenho Técnico com relação a 4 variáveis:

1. Conhecer desenho técnico,
2. Conhecer um esquema ou regra de desenho técnico,
3. Conhecer visão espacial, e,
4. Ser capaz de desenhar em perspectiva isométrica.

Desta forma, este gráfico aponta para um desconhecimento geral da turma para as habilidades e competências relacionadas à disciplina de desenho técnico e à prerrogativa de perspectiva isométrica. Importante salientar que todas as porcentagens auferidas neste e em

outros gráficos serão discutidas de acordo com sua forma aproximada, sem casas decimais e com linha de corte 0,5.

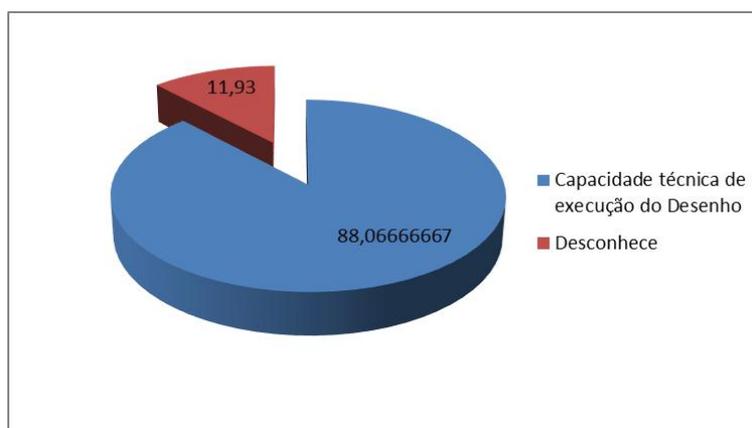
Tomando a leitura da Escala Likert ¹ como base, na qual o grupo 1 indica “falta de” e o grupo 5 indica “conhecimento de”, pode-se observar que o grupo 1 é o mais marcado pelos alunos ingressantes quanto às variáveis do Pré-Teste: Conhecer desenho técnico (50%), Conhecer um esquema ou regra de desenho técnico (56%), Conhecer visão espacial (68%), e Ser capaz de desenhar em perspectiva isométrica (62%).

Quanto ao grupo 2, temos: Conhecer desenho técnico (18%), Conhecer um esquema ou regra de desenho técnico (18%), Conhecer visão espacial (15%), e Ser capaz de desenhar em perspectiva isométrica (21%).

Assim, o agrupamento de 1 e 2, apresenta: Conhecer desenho técnico (50% + 18% = 68%), Conhecer um esquema ou regra de desenho técnico (56% + 18% = 74%), Conhecer visão espacial (68% + 15% = 83%), e Ser capaz de desenhar em perspectiva isométrica (62% + 21% = 83%).

Ainda que haja marcações esparsas nas categorias 3 e 4, o volume de respostas associadas aos grupos 1 e 2 e a inexistência de indicações no grupo 5 nos permite inferir que os alunos ingressantes nas Engenharias não trazem consigo as habilidades necessárias para compreensão e execução de uma perspectiva que necessite de visão espacial - o que já deveria ter sido apresentado a eles durante sua vida acadêmica.

Figura 17 – Capacidade Técnica de Execução de Desenho



Fonte: Autoria própria (2023)

¹A escala Likert é um modelo de escala de questionários usado em pesquisas de opinião e de satisfação de clientes. Ela permite mensurar o ponto de vista e a postura dos entrevistados de forma escalonada, indo, por exemplo, de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”.

Na figura 17 está demonstrado que os alunos declararam uma elevação no nível individual de Capacidade Técnica de Execução de Desenho. Este gráfico é uma visualização rápida onde os detalhes estão demonstrado no texto.

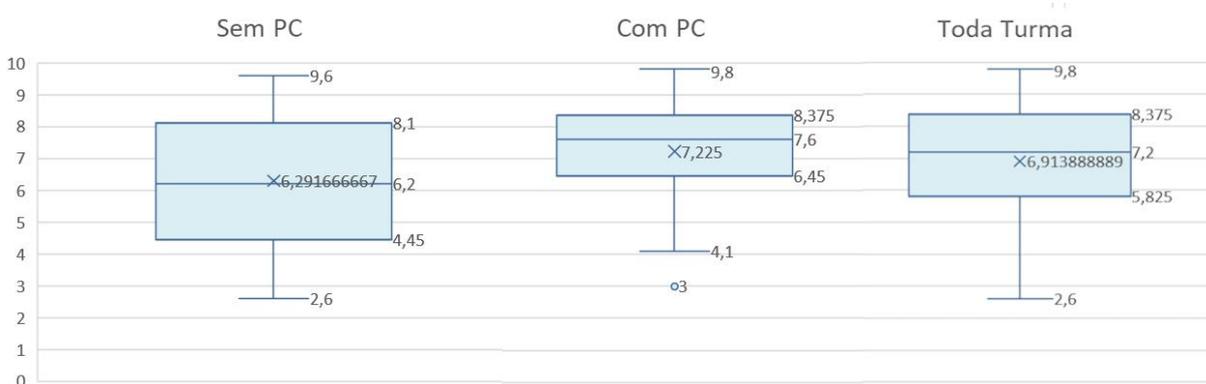
Em relação às características individuais, observou-se que o discentes demonstraram um alto nível de engajamento e interesse na pesquisa. Eles responderam às questões de forma cuidadosa e detalhada, indicando um nível de compreensão adequado sobre o assunto abordado.

Em cada semestre letivo, a aplicação do Pré-Teste se deu no início das aulas tanto na turma Controle como na Intervenção.

Logo após, foram apresentados aos alunos de ambas turmas conceitos, aplicações, teoria e prática de Técnicas de Desenho/Traçado, Folha Margem Formato ABNT, Eixo Isométrico/Paralelas, Escrita Técnica e Escala por aproximadamente 20h (considerados fundamentos básicos do Desenho Técnico).

Em seguida, a turma Intervenção teve acesso à técnica Pensamento Computacional (PC) e a turma Controle à técnica Transformação Gradual para a construção de perspectivas isométricas, que demonstram o objeto em um formato 3D.

Figura 18 – Análise do Desempenho dos Alunos



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 18 tem-se a Análise do Desempenho dos Alunos, onde podemos observar que a turma Controle, na qual não foi aplicada a Técnica do PC, compreende valores entre 2,6 e 9,6 pontos, sendo 2,6 a nota mais baixa e 9,6 a mais alta, enquanto a turma com PC está entre 4,1 e 9,8 pontos.

Ainda podemos observar pelos gráficos que as notas formam um conjunto mais agrupado. Na turma sem PC, o maior volume de notas está no intervalo entre 4,45 a 8,1 pontos. Já no grupo com PC, a maior densidade se apresenta entre 6,45 a 8,37 pontos. Analisando as

notas finais agrupadas das duas turmas, temos 8,1 e 8,3, que se apresentam praticamente iguais, o que nos reporta à análise que ambas turmas possuem o mesmo potencial de desenvolvimento.

No entanto, ao analisar as notas agrupadas, o mesmo gráfico traz indicadores de desempenho bastante diversos entre os dois grupos. As notas iniciais, obtidas pelos alunos com maior dificuldade, menor percepção/compreensão dos fundamentos para construção de perspectivas isométricas, inicia-se em 6,45 na Turma Intervenção (acima da média 6,0 estabelecida pela Universidade para aprovação).

A turma que não teve acesso à técnica do PC inicia em 4,45 pontos, o que pode sugerir que o PC facilite a compreensão da visão espacial, raciocínio lógico e de sequência estruturada para solução de problemas principalmente para os alunos com menor conhecimento inicial.

Às turmas Intervenção e Controle, logo após a realização das atividades avaliativas aqui analisadas, foi aplicado o Pós-Teste, ferramenta que objetivou extrair do processo de ensino-aprendizagem uma ampla gama de elementos (melhor investigados a partir das figuras 13, 14, 15 e 16) a fim de corroborar a aquisição / evolução de:

- a capacidade técnica de execução do desenho (questões de 1 a 3),
- a habilidade de pensamento analítico (questões 4 a 6),
- as competências em raciocínio lógico (questões de 7 a 9),
- a habilidade em pensamento sistemático (questões de 10 a 13)

Para análise dos quatro gráficos a seguir, uma vez mais será tomada como base a Escala Likert, na qual o grupo 1 indica “menor grau” e o grupo 5 indica “maior grau”.

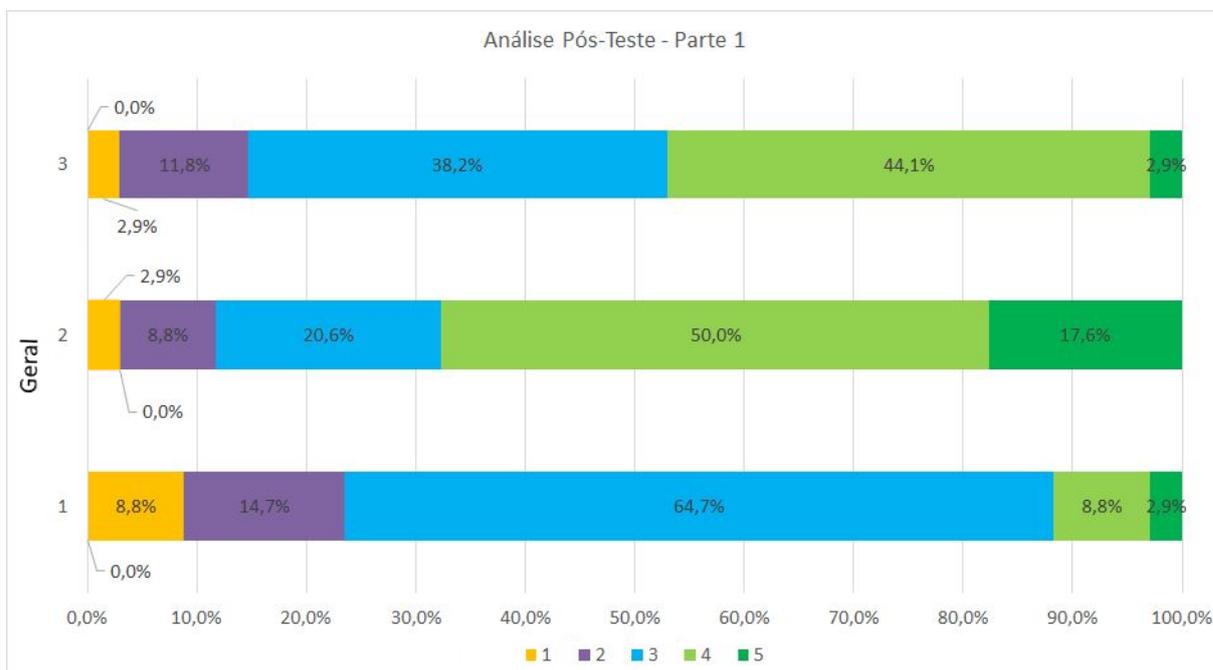
O gráfico apresentado na Figura 19 traz os dados referentes à identificação da capacidade técnica de execução do desenho (questões de 1 a 3).

Aqui é possível observar que, para a questão 1, a maior parte das respostas se concentra no grupo 3, com 64% dos alunos afirmando que a atividade avaliativa teve grau de dificuldade médio, não sendo considerada nem difícil nem fácil por ambas turmas.

Na questão 2, grande parte dos alunos indicou os grupos 3(21%), 4(50%) e 5(18%), perfazendo um total de 89% de discentes que apontaram utilizar conhecimento técnico para o desenvolvimento das atividades avaliativas.

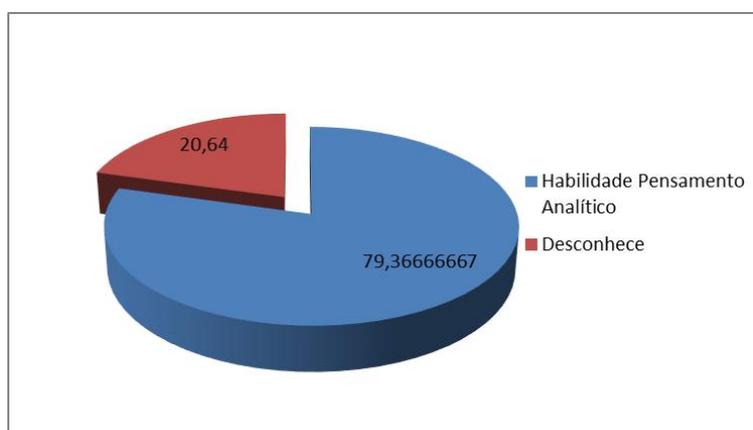
Os participantes do Pós-Teste concentraram suas respostas à questão 3 majoritariamente nos grupos 3(38%), 4(44%) e 5(3%), somando 85% dos alunos que apontaram ser fácil a utilização da técnica.

Figura 19 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 1



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 20 – Habilidade do Pensamento Analítico



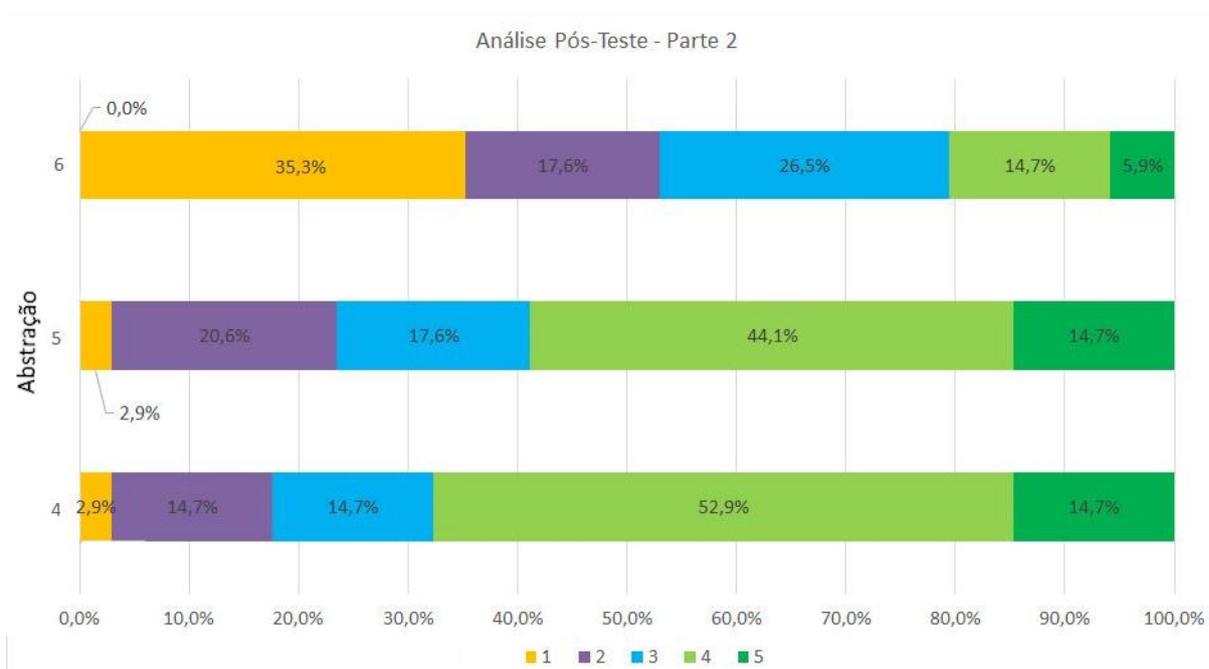
Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 20 está demonstrado que a maioria dos alunos obtiveram uma elevação no nível individual de Habilidades de Pensamento Analítico. Este gráfico é uma visualização rápida onde os detalhes estão demonstrado no texto.

Assim, é possível inferir que a capacidade técnica de execução do desenho foi desenvolvida e aplicada.

O gráfico apresentado na Figura 21 traz os dados referentes à identificação da habilidade de pensamento analítico (questões de 4 a 6). Aqui é possível observar que, para a questão 4, a

Figura 21 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 2



Fonte: Autoria própria (2023)

maior parte das respostas se concentrou no grupo 4(53%), embora parte significativa dos alunos tenha se posicionado nos grupos 3(15%) e 5(15%), perfazendo 83% dos discentes afirmando que selecionaram partes do objeto e priorizaram sua execução para que pudessem desenvolver o trabalho, mostrando que aprenderam a dividir o problema maior em partes menores.

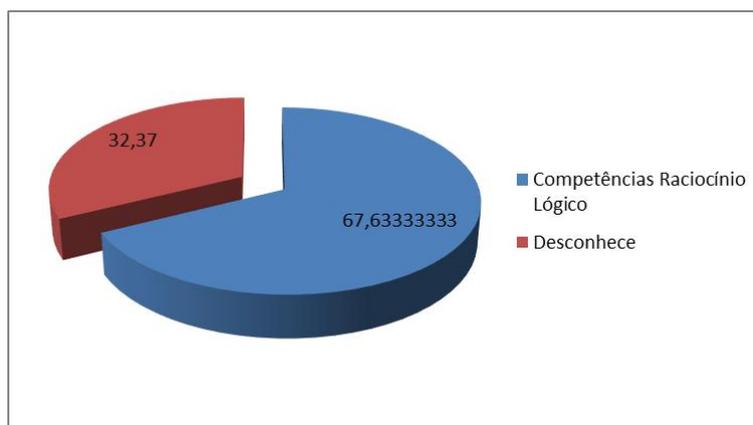
Na questão 5, 77% dos alunos indicaram conseguir identificar níveis de prioridade para a execução do trabalho ao se posicionarem nos grupos 3(18%), 4(44%) e 5(15%). Esta questão permite verificar que grande parte dos alunos consegue utilizar a análise do objeto como ferramenta de controle na execução do projeto.

Para analisar as respostas referentes à pergunta 6 (“O quanto você teve que reformular algumas partes na execução do desenho?”) é necessário inverter a lógica até então utilizada, na qual os grupos 1 e 2 representam os níveis menos elaborados.

Na figura 22 está demonstrado que os alunos obtiveram uma elevação na Competência em Raciocínio Lógico. Este gráfico é uma visualização rápida onde os detalhes estão demonstrado no texto.

Neste caso, o agrupamento das respostas em 1(35%) e 2(18%) é bastante positivo, pois significa que 53% dos alunos indicaram que não precisaram ou quase não precisaram refazer sua análise, divisão e priorização na execução da atividade.

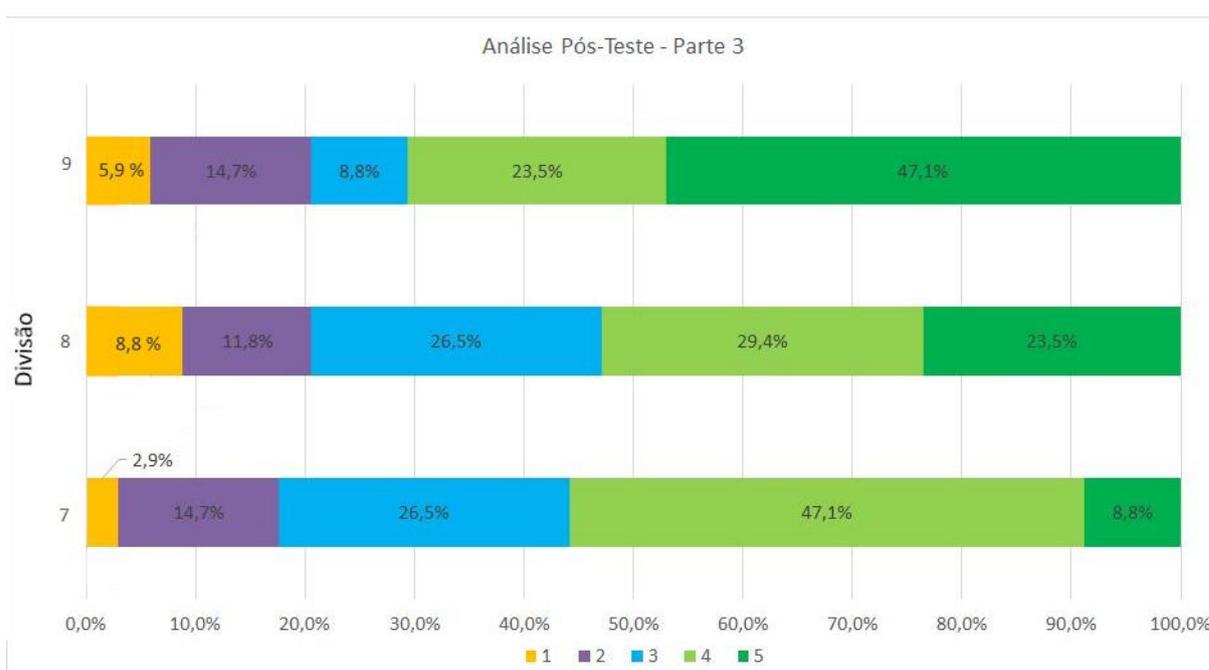
Figura 22 – Competência em Raciocínio Lógico



Fonte: Autoria própria (2023)

Assim, é possível inferir que os alunos desenvolveram a habilidade de Análise.

Figura 23 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 3



Fonte: Autoria própria (2023)

Já o gráfico apresentado na Figura 23 traz os dados referentes às competências em raciocínio lógico (questões de 7 a 9).

Aqui é possível observar que, para a questão 7, a maior parte das respostas se concentrou no grupo 4(47%), ainda que educandos tenham marcado os grupos 3(26%) e 5(9%), perfazendo 82% dos alunos afirmando que exploraram níveis de desenvolvimento de execução para realizar o desenho.

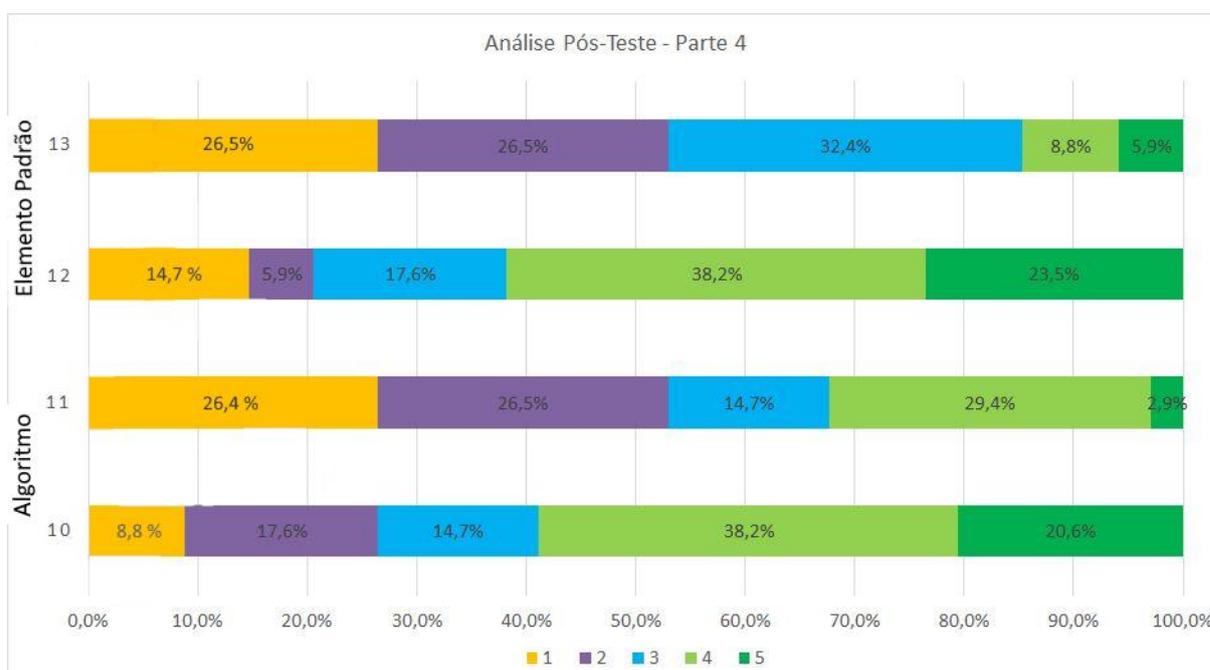
Tais dados explicitam que a maioria absoluta desenvolveu estratégias para poder executar a atividade de desenhar.

Na questão 8, 80% dos alunos indicaram que conseguiram subdividir os níveis de execução do desenho ao assinalarem os grupos 3 (27%), 4(29%) e 5(24%).

Ainda é possível analisar, na resposta à questão 9, que 47% dos graduandos indicaram o maior índice da escala para afirmar que a divisão ajudou na execução do trabalho; se somado aos outros grupos, 3(9%) e 4(24%), é possível perceber que 80% dos alunos entendem que o processo de divisão em partes é fundamental no desenvolvimento do projeto.

A subdivisão em níveis aponta para um pensamento sistemático pois, observando e analisando que o trabalho ainda poderia ficar mais fácil, buscaram a subdivisão dos elementos já divididos, o que demonstra a estruturação de raciocínio que, quando utilizado de forma sistemática, pode elevar o nível de solução para a execução do desenho.

Figura 24 – Análise do Resultado Pós-Teste em sala - Parte 4



Fonte: Autoria própria (2023)

O gráfico apresentado na Figura 24 traz os dados referentes à habilidade em pensamento sistemático (questões de 10 a 13). Aqui é possível observar que, para a questão 10, a maior parte das respostas se concentrou nos grupos 3(15%), 4(38%) e 5(21%), perfazendo 74% dos discentes indicando que conseguiram identificar um elemento fundamental durante as análises e execução da atividade avaliativa.

Ademais, 68% indicaram que a identificação do elemento fundamental dos projetos foi fácil, pois as respostas à pergunta 11 (“Qual nível de dificuldade que encontrou para identificar este elemento fundamental no desenho?”) se concentraram nos grupos 1(26%), 2(27%) e 3(15%).

Na resposta à pergunta 12, os alunos majoritariamente assinalaram os grupos 3(18%), 4(38%) e 5(24%), perfazendo um total de 80% que afirmam conseguir identificar uma forma primária para a solução dos problemas propostos na atividade avaliativa.

Para responder à questão 13 (“O quanto difícil você considera a repetição dos passos para a execução do desenho?”), a maior parte dos discentes, 54%, indicou os grupos 1(27%) e 2(27%), afirmando não considerar difícil a repetição dos passos para a execução do projeto.

Ao realizar o cotejo entre pré e pós teste, percebe-se que todos os indicadores do pós-teste apontam para a capacidade evolutiva de raciocínio no que tange a solucionar problemas.

Os dados apresentados no Pré-Teste (Figura 9) permitem inferir que os alunos ingressantes nas Engenharias não trazem consigo as habilidades necessárias para compreensão e execução de uma perspectiva que necessite de visão espacial, posto que 68% dos alunos afirmaram não conhecer nenhum esquema de desenho.

Este índice, somado aos grupos 2(15%) e 3(6%), aponta que 79% dos alunos afirmaram possuir inexistência ou baixo conhecimento sobre técnicas de desenvolvimento de desenho.

No Pós-teste, os dados encontrados são bastante alvissareiros, demonstrando evolução significativa de grande parte dos alunos das turmas Experimental e Controle no que tange ao trabalho com as perspectivas isométricas. 82% dos alunos asseguraram explorar níveis de desenvolvimento de execução para realizar o desenho, o que exige elaboração de estratégias.

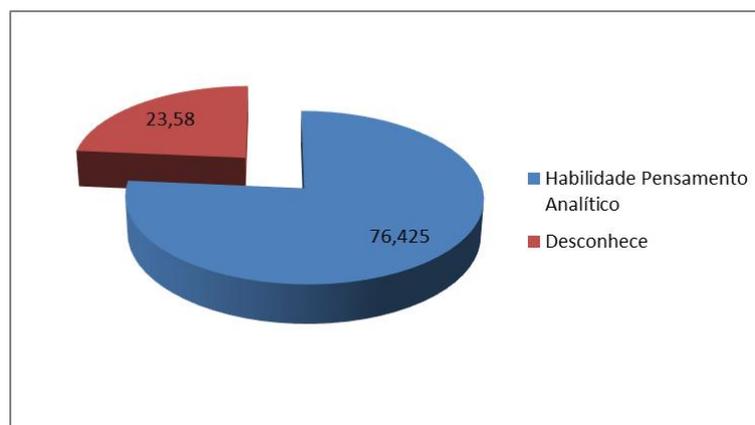
Percebe-se que 53% dos discentes indicaram que não precisaram ou quase não precisaram refazer suas análises, divisões e priorização na execução da atividade, mostrando amplificação da habilidade de Análise.

Além de internalizar conceitos específicos de Desenho Técnico, que foram desenvolvidos e aplicados, 85% dos graduandos apontaram ser fácil a utilização da técnica.

Na Figura 25 está demonstrado que os alunos obtiveram uma elevação no nível individual de Habilidades de Pensamento Analítico. Este gráfico é uma visualização rápida onde os detalhes estão demonstrado no texto.

O ensino de Desenho Técnico por meio de uma Sequência Didática construída a partir dos pilares do Pensamento Computacional, viabilizado na turma Controle, exige a busca pelo

Figura 25 – Habilidade de Pensamento Analítico



Fonte: Autoria própria (2023)

elemento mínimo (padrão) a fim de que o algoritmo seja construído e a solução do problema maior seja proposta.

A Transformação Gradual, técnica utilizada na turma Controle, assemelhando-se à escultura, vai do macro ao micro para a elaboração dos projetos. Ainda que pareçam opostas, ambas acabam trabalhando com o elemento fundamental, inerente às técnicas de construção de perspectivas, o que também explicaria a proximidade das médias auferidas nas turmas Controle (6,3) e Experimental (7,2).

Embora as turmas Experimental e Controle tenham efetivamente aprendido técnicas/estratégias de desenho e obtido médias semelhantes, quando as notas são observadas de maneira agrupada, percebe-se que as da turma Experimental foram maiores, do mesmo modo que as notas iniciais não agrupadas (Figura 18).

Tais dados permitem inferir que, para alunos com pouca ou nenhuma base, o Pensamento Computacional mostra-se mais efetivo. A aplicação da Sequência Didática a partir do PC possibilitou que o desenvolvimento do raciocínio lógico, sistemático, ocorresse de maneira mais abrangente para todos os alunos.

Durante a pesquisa, foi possível perceber que os grupos apresentaram uma grande variedade de perspectivas e opiniões, cujas respostas revelaram uma diversidade de experiências e visões de mundo, enriquecendo a análise e proporcionando *insights* valiosos.

A diversidade de perfis dos alunos pesquisados e as perspectivas de aprendizado vividas pelos mesmos enriqueceu os resultados, tornando-os mais robustos e representativos.

Assim, estima-se que os resultados dessa pesquisa sejam de grande importância para

aprimorar as práticas de ensino em cursos de engenharia, promovendo uma formação mais abrangente e atualizada, capaz de atender às necessidades do mundo do trabalho e contribuir para o avanço da engenharia em nosso país.

Por fim, a participação ativa e o engajamento do grupo foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa. Aqui destaca-se que as respostas fornecidas pelos participantes contribuíram para a construção de conhecimento científico e ofereceram subsídios para a formulação de conclusões embasadas e relevantes. Também serviram para "validar" o produto educacional aqui proposto / desenvolvido.

6 CONCLUSÕES

Esta dissertação objetivou propor condições para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de longa duração em Desenho Técnico nos acadêmicos ingressantes dos cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Para tanto, desenvolveu um arcabouço didático para o ensino de Técnicas de Desenho com base em quatro pilares do Pensamento Computacional (Abstração, Divisão, Elemento Padrão e Algoritmo), tendo como foco atingir o primeiro de três objetivos específicos.

As abordagens até então apresentadas para o ensino de Desenho Técnico nos cursos de Engenharia, eram melhor apreendidas pelos discentes dependendo da interação do docente com o processo. A metodologia aqui proposta, que utiliza os pilares do Pensamento Computacional para o ensino da visão espacial, principalmente no que tange às perspectivas isométricas, é uma estratégia ativa, que desenvolve o protagonismo do graduando e sua autorregulação, colocando o discente no centro da aprendizagem.

O segundo objetivo específico almejou promover a capacidade do discente ingressante em abstrair elementos gráficos a partir de representações simples, motivando-o ao uso de técnicas de raciocínio lúdico, sistêmico e orientado à tarefa.

Os resultados obtidos com a coleta dos dados e análise dos mesmos comprovaram que a técnica de solução de problemas a partir dos pressupostos do PC, apresentada neste trabalho, demonstra a eficiência na evolução da capacidade dos alunos na resolução de problemas de forma sistemática e orientada por um raciocínio lógico, que utilizam do poder analítico para mensurar sua capacidade de execução, apresentando um desenho final coerente com o projeto inicial.

Também foi possível identificar uma relação de maior autonomia dos alunos ao realizarem as atividades propostas em sala de aula. Ao longo da aplicação da pesquisa, percebeu-se como essa abordagem não apenas capacita os estudantes a enfrentar desafios interdisciplinares de forma mais assertiva, mas também os instiga a cultivar habilidades cognitivas fundamentais, como a análise lógica, a decomposição de problemas e a formulação algorítmica.

Importante reiterar que os alunos com necessidades específicas para a execução dos projetos e desenhos, obtiveram melhores resultados em avaliações contínuas ao utilizar o método do PC como instrumento de solução de problemas na disciplina de Desenho Técnico. Assim,

por meio da implementação de projetos que demandam o emprego do PC, estes alunos foram incentivados a transcender a mera aplicação de fórmulas e teorias pré-determinadas para um modelo de pensar organizado e sistematizado que auxilia na conclusão da tarefa.

Pode-se dizer que eles se tornam arquitetos de soluções originais, capazes de abordar problemas sob diferentes perspectivas e de reestruturar suas abordagens conforme os resultados obtidos. Assim, gradativamente, os estudantes de engenharia adquirem confiança em sua capacidade de investigação e resolução autônoma de desafios intrincados.

No entanto, para que esse processo seja plenamente eficaz, é fundamental que as instituições educacionais e os professores estejam comprometidos em fornecer um ambiente de aprendizado estimulante e uma infraestrutura tecnológica adequada. Além disso, a formação continuada e a adaptação às mudanças tecnológicas são essenciais para garantir que o Pensamento Computacional continue sendo relevante e aplicável no cenário em constante evolução da engenharia. No intuito de colaborar com a construção de saberes, foi construída e disponibilizada a Sequência Didática para o Ensino de Desenho Técnico utilizando 4 Pilares do Pensamento Computacional, terceiro objetivo específico.

A aplicação do método Pensamento Computacional no Desenho Técnico contribuiu para o desenvolvimento da percepção da visão espacial, perspectiva isométrica e na formação do desenho esquemático de projeto técnico em engenharia. Além de se apresentar uma ferramenta para estimular a criatividade, posto que a construção inicial do desenho se dá no universo lúdico, é um método para transpor processos mais complexos em processos mais simplificados. O Produto Educacional elaborado para esta dissertação apresenta desafios com diferentes graus de complexidade e soluções com o passo a passo detalhado e com comentários para o professor.

A Sequência Didática, elaborada para ser desenvolvida em cinco conjuntos de 5 aulas com 50 min., foi especialmente pensada para que o docente aborde o ensino de Perspectiva Isométrica de modo a melhorar a percepção da visão espacial até mesmo com alunos com maior dificuldade. Para tanto, focou nos processos de organização mental, no raciocínio lógico e sistêmico pois, para desenhar objetos, todas as técnicas funcionam. Buscando a evolução de raciocínio e de solução de problemas, o Produto Educacional detalha, com imagens de todos os passos e comentários, possibilidades para que os desafios sejam vencidos a cada etapa, de acordo com os postulados do Pensamento Computacional.

Em última análise, o uso do Pensamento Computacional em Desenho Técnico como abordagem para a resolução de problemas complexos transcende o âmbito acadêmico, prepa-

rando os futuros engenheiros não apenas para a indústria, mas também para a sociedade como um todo, onde a habilidade de abordar desafios complexos de maneira autônoma é inestimável. Portanto, ao se investir no desenvolvimento desta competência, se está capacitando os alunos a serem não apenas engenheiros qualificados, mas também agentes de mudança e inovação em um mundo em constante transformação.

6.1 Publicações Realizadas

Esta seção apresenta as submissões de trabalhos a eventos acadêmico-científicos durante o desenvolvimento desta dissertação. Elas visam contribuir para o fomento de discussões sobre a imbricada relação entre Pensamento Computacional e Desenho Técnico posto que, atualmente, não há muitas produções na área. O Quadro 2 traz os eventos e periódicos aos quais foram submetidos trabalhos.

Quadro 2 – Divulgação Científica Realizada entre 2021 a 2023

Evento	Publicação	Situação
HD2PC: Humanidades Digitais, Humanismo Digital e Pensamento Computacional (2022)	Ampliando a compreensão do desenho técnico pela abordagem do pensamento computacional	Artigo em Evento Local
CTRL+E - IV CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (2023)	Uma estratégia de Ensino de Desenho Técnico para Engenharia de Computação por meio de Pensamento Computacional	Artigo em Evento Nacional
Revista de Ensino de Engenharia (Qualis B2)	Uma abordagem pelo Pensamento Computacional para apoio ao Ensino de Desenho Técnico	Artigo em Revista Nacional aguardando
Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia (Qualis B3)	Pensamento Computacional no apoio ao Ensino de Desenho Técnico	Artigo em Revista Nacional aguardando
INNOVATIONS IN EDUCATION AND TEACHING INTERNATIONAL (Qualis A4)	Computational Thinking in Teaching Technical Design Projects	Artigo em Revista Interacional submetido após defesa do mestrado

Fonte: Autoria própria (2023)

Referências

- ALESSIO, P. M. et al. Prototipagem digital como recurso de ensino: Uma experiência pedagógica de projetos para turmas integradas de design, arquitetura e expressão gráfica. In: . [S.l.: s.n.], 2017. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 9.
- ALVES, G. M. O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura. 2009. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 23.
- ANDRADE, D. et al. Proposta de atividades para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental. In: SBC. **Anais do XIX Workshop de Informática na Escola**. [S.l.], 2013. p. 169–178. Citado na página 14.
- AZEVEDO, G. T. de; MALTEMPI, M. V. Processo formativo em matemática e robótica: construcionismo, pensamento computacional e aprendizagem criativa. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 85–107, 2020. Citado na página 11.
- BAGLEY, S.; RABIN, J. M. Students' use of computational thinking in linear algebra. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, Springer, v. 2, n. 1, p. 83–104, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Pensamento computacional e educação matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In: SN. **XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XXXII CSBC**. [S.l.], 2012. v. 2, p. 23. Citado na página 14.
- BARROS, T. F. G. d.; CORREIA, A. M. A. Quebrando tabus: o ensino do desenho arquitetônico no curso de engenharia civil. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO**. [S.l.: s.n.], 2007. v. 7. Citado na página 6.
- BERLAND, M.; WILENSKY, U. Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. **Journal of Science Education and Technology**, Springer, v. 24, n. 5, p. 628–647, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- BIGGS, J. What the student does: Teaching for enhanced learning. **Higher education research & development**, Taylor & Francis, v. 18, n. 1, p. 57–75, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- BUENO, D. D.; GONSALEZ-BUENO, C. G.; SANTOS, R. B. Uma visão moderna do ensino do desenho técnico mecânico via cad integrado à matemática e computação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 4, 6 e 25.
- CASQUEIRO, C. et al. Experiences of inclusive teaching of graphic expression in the context of mechanical engineering. In: . MDPI, 2018. p. 1337. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2504-3900/2/21/1337>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 8.
- CASTRO, F. T. de; SANTOS, C. Q.; VILLELA, M. L. B. Proposta de um modelo gamificado com elementos de rpg de mesa para o desenvolvimento do pensamento computacional. In: SBC. **Anais Estendidos do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. [S.l.], 2022. p. 50–52. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 12.

- CLAREBOUT, G.; ELEN, J. Tool use in computer-based learning environments: Towards a research framework. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, v. 22, n. 3, p. 389–411, 2006. Citado na página 6.
- COSTA, A. P. da. Pensamento geométrico: em busca de uma caracterização à luz de fischbein, duval e pais. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 9, n. 18, p. 152–179, 2020. Citado na página 5.
- ENVALL, V. R. et al. Material didático virtual (app) para disciplina de desenho técnico dos cursos de engenharia. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 6, n. 1, p. 34–53, 2022. Citado na página 7.
- ERDOLU, E. Lines, triangles, and nets: A framework for designing input technologies and interaction techniques for computer-aided design. **International Journal of Architectural Computing**, SAGE Publications Inc., v. 17, p. 357–381, 12 2019. ISSN 20483988. Citado na página 1.
- FARDIN, S. C. S. G. Abordagem ativa no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de desenho técnico. **Revista Docência do Ensino Superior**, Universidade Federal de Minas Gerais - Pro-Reitoria de Pesquisa, v. 10, p. 1–17, 9 2020. ISSN 2358-6338. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 8.
- FRANÇA, R. S. D.; AMARAL, H. J. C. do. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In: SBC. **Anais do XIX Workshop de Informática na Escola**. [S.l.], 2013. p. 179–188. Citado na página 14.
- FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da tecnologia social: um estudo a partir da teoria crítica da tecnologia. **Cadernos EBAPE. BR**, SciELO Brasil, v. 12, p. 302–320, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 25.
- GULATEE, Y. Students perceptions of problem solving through a pair instruction technique in calculus class. Siam Technology College, 2017. Citado na página 7.
- GUTIERRES, L. F. de F. et al. Prototipagem 3d na componente curricular de tópicos especiais como apoio às ações extensionistas em escolas de bagé. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 1, 2019. Citado na página 10.
- JONES, S. R. Prototype images in mathematics education: The case of the graphical representation of the definite integral. **Educational Studies in Mathematics**, Springer, v. 97, n. 3, p. 215–234, 2018. Citado na página 5.
- KALEFF, A. M. M. R. et al. Desenvolvimento do pensamento geométrico—o modelo de van hiele. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 9, n. 10, p. 21–30, 1994. Citado na página 6.
- LIU, J.; WANG, L. Notice of retraction: Computational thinking in discrete mathematics. In: IEEE. **2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science**. [S.l.], 2010. v. 1, p. 413–416. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- LYE, S. Y.; KOH, J. H. L. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for k-12? **Computers in human behavior**, Elsevier, v. 41, p. 51–61, 2014. Citado na página 20.

- LYON, J. A.; MAGANA, A. J. Computational thinking in higher education: A review of the literature. **Computer Applications in Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 28, n. 5, p. 1174–1189, 2020. Citado na página 13.
- MAGANA, A. J.; COUTINHO, G. S. Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. **Computer Applications in Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 25, n. 1, p. 62–78, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- MARINHO, J. L.; MARTINS, P. B. Formação didático-pedagógica do professor de engenharia no brasil: Uma revisão de literatura. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, 2022. Citado na página 26.
- MEDEL, A.-A. L.; BIANCHI, A. C.; CRUZ, A. C. Computational thinking and flipped classroom model for upper-division computer science majors. In: SPRINGER. **Advances in Software Engineering, Education, and e-Learning: Proceedings from FECS'20, FCS'20, SERP'20, and EEE'20**. [S.l.], 2021. p. 217–228. Citado na página 8.
- MILOVANOVIC, J. et al. Virtual and augmented reality in architectural design and education an immersive multimodal platform to support architectural pedagogy. In: . [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://panoscope360.com/>>. Citado na página 1.
- NAVARRO, E. R.; SOUZA, M. d. C. d. Um estudo sobre o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional na educação matemática. **Educação Matemática em pesquisa: perspectivas e tendências**, v. 1, p. 434–447, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 14.
- OLIVEIRA, S. L. d.; SIQUEIRA, A. F.; ROMÃO, E. C. Aprendizagem baseada em projetos no ensino médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, SciELO Brasil, v. 34, p. 764–785, 2020. Citado na página 19.
- PALHACI, M. C.; DEGANUTTI, R.; ROSSI, M. A. Comparação: Solid edge, autocad ou prancheta no desenho para os cursos de engenharia? **Curitiba: Graphica**, v. 11, 2007. Citado na página 6.
- PEREIRA, T. R. et al. O ensino do desenho técnico no curso de engenharia: Uma proposta pedagógica. In: **nos Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-COBENGE**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 315–320. Citado na página 4.
- PEREIRA, T. R. et al. O ensino do desenho tÉcnico no curso de engenharia: Uma proposta pedagÓgica. In: . [S.l.: s.n.], 2011. Citado na página 1.
- RAABE, A. et al. Recomendações para introdução do pensamento computacional na educação básica. In: SBC. **Anais do IV Workshop de Desafios da Computacao aplicada a Educacao**. [S.l.], 2015. p. 141–150. Citado na página 14.
- RELKIN, E.; RUITER, L. de; BERS, M. U. Techcheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. **Journal of Science Education and Technology**, Springer, v. 29, n. 4, p. 482–498, 2020. Citado na página 13.
- ROMÁN-GONZÁLEZ, M.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J.-C.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, C. Which cognitive abilities underlie computational thinking? criterion validity of the computational thinking test. **Computers in human behavior**, Elsevier, v. 72, p. 678–691, 2017. Citado na página 16.

ROQUE, G. R. et al. Contribuições para aprendizagem significativa no desenho técnico de engenheiras: Uma aplicação de metodologias ativas de aprendizagem. **Revista Vincici-Periódico Científico do UniSATC**, v. 6, n. 2, p. 4–16, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 8.

SANTANA, A. L. M.; MARTINS, P. Desenvolvimento e avaliação de modificação do jogo minecraft para estimular o pensamento computacional em estudantes do ensino médio. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2017. v. 6, n. 1, p. 92. Citado na página 11.

SANTANA, B. L.; CHAVEZ, C. v. F. G.; BITTENCOURT, R. A. Uma definição operacional para pensamento computacional. In: SBC. **Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. [S.l.], 2021. p. 93–103. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 12.

SERRA, S. M. B. Normas técnicas para desenho técnico. 2012. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

SILAPACHOTE, P.; SRISUPHAB, A. Engineering courses on computational thinking through solving problems in artificial intelligence. International Association of Online Engineering, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.

SILVA, H. P. da; LOZZA, S. I.; GÓES, H. C. A expressão gráfica no ensino de matemática das séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno PAIC**, v. 16, n. 1, p. 405–420, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.

SILVA, J. F. d. J.; CONCEIÇÃO, É. G. da; PINTO, G. R. Formação em engenharia e desenvolvimento de competências a partir do uso do método pbl: relato de experiência. In: **XXXIX Congresso brasileiro de educação em engenharia**. [S.l.: s.n.], 2011. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 6.

SOLOMON, C. et al. History of logo. **Proceedings of the ACM on Programming Languages**, ACM New York, NY, USA, v. 4, n. HOPL, p. 1–66, 2020. Citado na página 11.

SRINIVASAN, A.; SMITH, J. D.; BAIRAKTAROVA, D. Identifying freehand sectional view technical drawing activities in engineering design graphics course to enhance spatial skills of engineering students. In: AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. [S.l.], 2016. v. 50138, p. V003T04A012. Citado 3 vezes nas páginas 2, 14 e 15.

SUSZEK, G. et al. Utilização de metodologia ativa no ensino de desenho técnico do curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio do ifms: avaliação de estudantes. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 3, n. 1, 2019. Citado na página 9.

TEDRE, M.; DENNING, P. J. The long quest for computational thinking. In: **Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. (Koli Calling '16), p. 120–129. ISBN 9781450347709. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2999541.2999542>>. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 14.

TIAN, T. L.; SCHNABEL, M. A. **VIRTUAL AUGMENTED STUDIO ENVIRONMENT (VASE) Developing the Virtual Reality Eco-System for Design Studios**. 2018. Citado na página 1.

TOYOHARA, D. Q. K. et al. Aprendizagem baseada em projetos—uma nova estratégia de ensino para o desenvolvimento de projetos. In: **PBL—Congresso Internacional**. [S.l.: s.n.], 2010. Citado na página 7.

VALENCIA, R. A. M.; RUIZ, J. M. T.; VEGA, A. R. Pensamiento lógico y programática computacional en estudiantes de ingeniería. **VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review/Revista Internacional de Cultura Visual**, v. 9, n. Monográfico, p. 1–9, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.

VIEIRA, J. K. et al. Uso de maquetes físicas tridimensionais para o ensino-aprendizagem em desenho técnico. In: . [S.l.: s.n.], 2011. Citado 3 vezes nas páginas 1, 6 e 10.

WU, J. et al. How to cultivate computational thinking-enabled engineers: a case study on the robotics class of zhejiang university. In: **2019 ASEE Annual Conference & Exposition**. [S.l.: s.n.], 2019. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.