

**GEOMETRIA DESCRITIVA PARA O DESIGN: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO
NO CONTEXTO DO CURSO DE DESIGN DA UFC**

***DESCRIPTIVE GEOMETRY FOR DESIGN: A TEACHING EXPERIENCE IN THE
CONTEXT OF THE UFC DESIGN COURSE***

Ana Cecília de Andrade Teixeira¹

Matheus Brasileiro Marques²

Resumo

O ensino da Geometria Descritiva (GD), no curso de graduação em Design na Universidade Federal do Ceará (UFC), historicamente, revela algumas dificuldades, resultando em altos índices de reprovação ou evasão. Através de entrevistas não estruturadas, levantamos que a falta de conexão entre os conteúdos de GD e a prática projetual em Design se apresentava como um dos fatores prevaletentes para a falta de interesse dos alunos, somada à incapacidade de visualização e imaginação tridimensional. O presente artigo tem por objetivo apresentar as experiências didáticas realizadas no referido curso, no primeiro semestre de 2018, mesclando a adoção de ferramentas já tradicionalmente utilizadas a ferramentas de Didáticas Ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb), para aumentar o interesse dos alunos e facilitar sua aprendizagem e desempenho. Pretendemos, com esse relato de caso, contribuir para o ensino da disciplina no campo específico do Design.

Palavras-chave: ensino; geometria descritiva; aprendizagem baseada em problemas; design.

Abstract

The teaching of Descriptive Geometry (DG), in the course of graduation in Design at the Federal University of Ceará (UFC), historically reveals some difficulties, resulting in high failure or evasion rates. Through unstructured interviews, we found that the lack of connection between the contents of DG and the design practice of Design was one of the prevailing factors for students' lack of interest, together with inability to visualize and three-dimensional imagination. The aim of this article is to present the didactic experiences carried out in this course in the first semester of 2018, merging the use of tools already traditionally used to Active Didactics tools such as Problem Based Learning (PBL) to increase the interest of students and facilitate their learning and performance. We intend, with this case report, to contribute to the teaching of the discipline in the specific field of Design.

Keywords: education; descriptive geometry; problem based learning; design.

¹ Mestre, ceciliaandrade@dau.ufc.br

² Monitor graduando, Depto. de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará. matheusmarques@design.ufc.br

1. Introdução

A experiência no ensino da Geometria Descritiva (GD), no contexto do curso de Design na Universidade Federal do Ceará – UFC, historicamente, revela problemas recorrentes, como dificuldades relacionadas à aprendizagem e à construção de conhecimento em Geometria Descritiva, reconhecidas por outros professores que ministraram a disciplina. Segundo Jacques (2001, p. 417, apud EYMAR et al., 2013, sem paginação no original), a carga horária reduzida, a falta de um contato prévio com os conceitos básicos tratados na disciplina e o uso de técnicas tradicionais de ensino seriam alguns dos fatores que contribuem para agravar tal situação.

Procuramos compreender que questões estariam por trás do mau aproveitamento no caso específico dos alunos de Design na UFC. Através de entrevistas não estruturadas com ex-alunos, monitores e ex-professores, levantamos que a falta de conexão entre os conteúdos de GD e a prática projetual em Design se apresentava como um dos fatores preponderantes para a falta de interesse dos estudantes. Outro empecilho fortemente apontado dizia respeito à incapacidade de visualização e imaginação tridimensional dos alunos, resultando na dificuldade de transpor formas concretas para o pensamento abstrato e vice-versa. Independentemente das causas, o cenário encontrado ocasionava um alto índice de reprovação ou evasão, que se mantinha ao longo dos semestres, com graves prejuízos ao percurso acadêmico dos discentes.

A partir desse levantamento, buscamos implementar uma abordagem que aliasse o conteúdo da ementa (de postura tradicional, adotando recursos didáticos historicamente utilizados no processo ensino-aprendizagem da GD, como uso de modelos físicos) a metodologias ativas, exercícios específicos contextualizados e fundamentados na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb), simulando a resolução de problemas reais de projeto de Design através da GD. As mudanças metodológicas tiveram por objetivo aumentar o interesse dos alunos pela Geometria Descritiva através da compreensão de suas potencialidades em aplicações reais no contexto do Design, bem como auxiliar no desenvolvimento da visão e da imaginação tridimensionais.

Pretendemos, com esse relato de caso, apresentar a experiência de ensino de GD no primeiro semestre de 2018, no curso de Design da UFC. E compreendemos as limitações de sua contribuição, dado o curto período de implantação das abordagens pedagógicas propostas, realizadas em apenas um semestre por docente na condição de professor substituto da instituição. A intenção é contribuir para uma reflexão sobre o ensino da disciplina no campo específico do Design, atentando para possibilidades de aproximação entre a GD e a resolução de problemas reais com que os alunos podem se deparar em suas atividades projetuais.

2. Revisão da Literatura

De acordo com Príncipe Junior (1983) a Geometria Descritiva é um ramo da matemática aplicada que tem por finalidade representar em um plano elementos espaciais de tal maneira que se possam resolver todos os problemas relativos a essas figuras. A GD foi desenvolvida por Gaspard Monge (matemático e militar francês) no contexto da expansão do Império Napoleônico, visando agilizar os processos de construção em pedra. Através das operações da Geometria Descritiva, é possível representar corretamente elementos complexos, verificar a pertinência de elementos pontuais, lineares e de planos, apontar a posição de interseção de elementos planos e lineares, de planos com outros planos, dimensionar seções planas de sólidos, bem como determinar a verdadeira grandeza de todos os componentes do projeto,

permitindo a extração exata de quantitativos e visando a fabricação precisa de objetos tridimensionais. Dessa forma, essa disciplina, além de prover a base para outros conhecimentos, como o Desenho Técnico, é de fundamental importância para o desenvolvimento ou aprofundamento da visão e da imaginação tridimensional e espacial necessárias para o projeto em diversas escalas, seja nas Engenharias, na Arquitetura ou no Design, e tem em sua raiz uma relação forte com o projeto e a resolução de problemas reais.

No Brasil, a maioria dos livros de GD adotados nas IES apresenta os elementos geométricos (ponto, reta e plano) de forma isolada e sem uma contextualização das possíveis aplicações da disciplina na solução de problemas de projeto e, muito menos ainda, no contexto específico do Design, quer seja gráfico ou de produto. Assim, descolada de suas aplicações, as abordagens abstratas de GD podem desmotivar o aluno.

Iniciativas anteriores aplicadas em GD no curso de Design da UFC buscaram readequar o conteúdo da disciplina, atentando ao desenvolvimento da computação gráfica e dos softwares de desenho por computador. As mudanças de abordagem propostas para o ensino de GD para os cursos de Design e Arquitetura e Urbanismo da UFC, visando a uma melhor compreensão por parte dos alunos, tentaram inserir novos meios computacionais de representação. Uma inovação implementada nessa revisão de conteúdo tentou relacionar uma “aproximação das práticas de desenho do Método Mongeano, com novos modelos gráficos, buscando-se uma maior comunicação com esses ambientes virtuais e a abordagem da Geometria Descritiva como meio e não como fim” (EYMAR et al., 2013). Para tanto, segundo Eymar, a representação da épura e as notações mongeanas foram substituídas por vistas referenciadas nos planos xy , xz e yz , como os adotados nos programas de modelagem digital SketchUp, 3ds Max e Rhinoceros. Assim, o ensino da Geometria Descritiva se aproximou do raciocínio espacial dos softwares de modelagem digital. No entanto, não fica claro, a despeito dos resultados positivos apontados pelo autor durante o período de implementação dessa abordagem, se o ensino teria se aproximado dos interesses e necessidades reais de aplicação dos alunos na resolução de problemas de projeto em Design.

Buscando uma abordagem contextualizada para o ensino de GD, recorreremos a metodologias ativas de aprendizagem. Nessas metodologias, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais ou próximas ao que os alunos depois vivenciarão na prática profissional. De acordo com Martins e Couto (2015) a aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando. O aluno é estimulado a construir o conhecimento ao invés de atuar como um receptor de um conteúdo. O papel do professor em um ambiente de aprendizagem também é transformado: de detentor do conhecimento que deve ser transmitido aos alunos para orientador do processo de aprendizagem. Dentre as diversas metodologias ativas de aprendizagem, independentemente do método ou da estratégia usada para promovê-la, o que caracteriza um ambiente de aprendizagem ativa é a atitude ativa da inteligência, em contraposição à atitude passiva encontrada nos métodos tradicionais de ensino.

Segundo Barbosa e Moura (2014), pesquisas mostram que a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente da área de conhecimento, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais, como aula expositiva. Com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer. Ainda segundo esses autores, os estudantes que vivenciam a aprendizagem ativa adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas, aprendem a se expressar melhor oralmente e por escrito, adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, reforçando

a autonomia no pensar e no atuar. Barbosa e Moura (2014) ressaltam ainda que tão importante quanto pensar no que está fazendo é sentir o que está fazendo. Assim, os sentimentos, o bom humor, a boa disposição e a alegria devem ser vistos como um fator relevante na fixação do conhecimento.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) é uma entre outras abordagens de metodologia ativa centrada no aluno. Inicialmente desenvolvida na área de saúde e adaptada a vários campos, como engenharia e arquitetura, essa é uma metodologia que se fundamenta no uso contextualizado de uma situação-problema direcionada pelo professor para o aprendizado autodirigido. Nesse contexto, o professor atua como orientador nos grupos de trabalho ou estudo, nos quais a interação professor-aluno é muito mais intensa do que em aulas puramente expositivas. Assim, “esta estratégia utiliza um problema como base de motivação para o aprendizado autodirigido, dando ênfase à construção do conhecimento em ambiente de colaboração mútua” (MARTINS e COUTO, 2015, p. 112). A ABProb difere-se de outras abordagens, como a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABProj) ou o *Design Based Learning* (DBL), principalmente pelo fato de o problema inicial ser definido pelo professor. Nas duas outras abordagens apontadas, a questão inicial é definida pelos próprios alunos, criando forte engajamento, mas também reduzindo o controle quanto à abrangência do conteúdo da ementa.

3. Metodologia

Ao início do planejamento do primeiro semestre de 2018, realizamos entrevistas não estruturadas com ex-alunos, ex-professores e com os monitores da disciplina de GD, buscando entender o comportamento dos estudantes, suas dificuldades e motivações. Segundo as informações levantadas, seria um ponto crucial para o fracasso dos mesmos a falta de um entendimento das aplicações práticas dos conteúdos da GD no Design. Não compreendendo a relação entre a Geometria Descritiva e a resolução de problemas reais de projeto, os alunos perdiam o interesse pela disciplina, que passava a ser apenas um obstáculo abstrato e estranho a ser superado em sua formação. Ao mesmo tempo, nos relatos tanto de professores quanto de alunos da disciplina de Desenho Técnico, sugeriu-se que, uma vez direcionados para os softwares, muitos alunos “trapaceavam” nessas disciplinas que deveriam contar com desenho manual. Alguns estudantes valiam-se do artifício de modelar tridimensionalmente os objetos, imprimir suas vistas e cobrir as representações em papel vegetal. Consequentemente, apontaram os professores, muitos deles não conseguiam relacionar vistas entre si, ou vistas e cortes, o que atesta a continuidade de graves entraves na construção da incapacidade de visualização e imaginação tridimensional e de transpor formas concretas para o pensamento abstrato.

Reconhecemos as ferramentas digitais como inevitáveis e, algumas vezes, favoráveis ao despertar de interesse nos alunos, principalmente se adotadas conjuntamente a utilização de modelos físicos, de forma a facilitar a transição entre objetos 3D e vistas 2D, como defende Bruno et al. (2018). No entanto, argumentamos que, na altura em que a disciplina é ofertada (primeiro semestre), diante da total estranheza do assunto e considerando o perfil socioeconômico dos estudantes do curso, a utilização de modelos físicos desenvolvidos em sala de aula seria uma abordagem mais democrática e fácil de empregar. Evitaria ainda os vícios acima relatados e a necessidade de estudo concomitante de uma ferramenta de modelagem digital, que nem sempre se apresenta como uma lógica fácil de absorver.

Entendemos que a incapacidade de perceber as possibilidades de resolução de problemas de projeto com uso da GD potencialmente cria no aluno uma dependência de

modelos e *templates* que o leva a soluções limitadas pela habilidade de uso desses *softwares*. Além disso, sendo a graduação em Design na Universidade Federal do Ceará, um curso generalista, que aborda tanto o Design gráfico quanto o de produto, embalagem e ambientes, não é sempre, tendo em vista a área de predileção de atuação do aluno, que essas ferramentas sejam imperativas ao seu desenvolvimento. Quanto às disciplinas de projeto que solicitam produção de protótipos, notou-se dependência do uso da CNC e de métodos de impressão 3D, mesmo para formas de fácil resolução e produção por meios analógicos em situação de oficina.

Diante dos desafios do ensino da Geometria Descritiva, Buscamos programar uma abordagem didática com explicações e aplicações concretas desses conhecimentos no amplo universo do Design. Priorizamos situações de aprendizagem empírica com adoção de material didático físico para explanação em aulas expositivas e para uso individual (como auxílio inicial no entendimento das projeções, das posições de pontos, retas e planos e das operações básicas como rebatimento, mudanças de planos de projeção etc.) e atividades desenvolvidas de acordo com a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb). A partir de aplicações da GD em arquitetura e engenharia (AYMONE, 2014), encontramos a inspiração para contextualizar usos da Geometria Descritiva no universo do Design respeitando as suas particularidades. A experiência profissional da docente como arquiteta e ilustradora, atuando com desenvolvimento de *Paper Toy* – personagens e cenários tridimensionais de papel –, serviu de base para exemplificar usos concretos da Geometria Descritiva em possíveis campos de atuação dos futuros profissionais de Design.

Na impossibilidade de uma mudança mais radical, diante das limitações da autora e do reduzido tempo de contrato na instituição, criamos uma ementa que mescla postura tradicional com posturas mais inovadoras, com elementos de aprendizagem ativa, assim implementada:

- Aulas divididas em período expositivo e período de exercícios orientados
- Material didático físico individual e de demonstração
- Monitoria em sala e extra-sala semanal em horário fixo
- Exercícios orientados à resolução de problemas de projeto em Design
- Aplicação de abordagem do tipo ABProb no trabalho final da disciplina

Abaixo apontamos e descrevemos as inovações testadas nesta disciplina, assim agrupadas: Materiais didáticos e experiências ativas de aprendizagem e Exercícios específicos.

3.1. Materiais Didáticos e Experiências Ativas de Aprendizagem

Desde o início da disciplina, propusemos experiências de aprendizagem empírica como tentativa de tornar a disciplina menos abstrata e mais palatável aos alunos de Design. Nos subtópicos a seguir apresentaremos as abordagens ou materiais didáticos explorados.

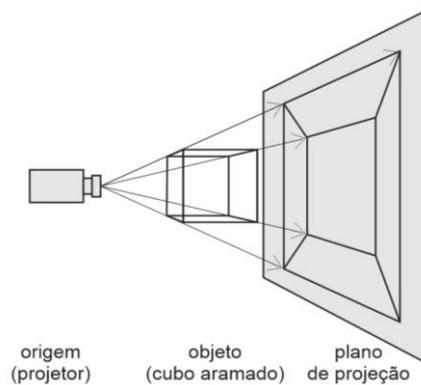
3.1.1. Explicação dos Sistemas de Projeção Paralela e Projeção Cilíndrica

Para a explicação dos tipos de projeção paralela e cônica, a turma foi convidada a participar de algumas dinâmicas. A projeção cônica foi explorada, em oposição à paralela, em ambiente de sala de aula com a utilização de dois dispositivos: o projetor e uma placa recortada. No primeiro caso, com o projetor e um modelo tridimensional de um cubo aramado de

aproximadamente 20 centímetros de aresta, demonstramos, por meio da sombra projetada pelo objeto na parede da sala, o fenômeno da ampliação desse tipo de projeção e sua relação com a fonte ou origem das linhas projetantes (Figura 1).

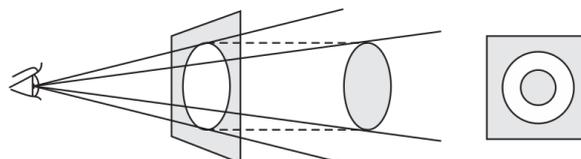
O segundo dispositivo relacionado com a projeção cônica reproduz o experimento realizado por Eymar et al. (2013). Foi utilizada uma placa retangular de tamanho A3, com um recorte redondo no centro. A placa retangular foi posicionada em sala de aula à frente do seu recorte cerca de 30 cm. Os alunos foram convidados a se deslocar e visualizar o conjunto de uma distância curta e de uma distância de mais de 10 metros. Assim como no experimento de Eymar, os estudantes puderam perceber que, quando o observador se mantinha próximo (Figura 2), “não era possível coincidir as partes da figura, pois, devido à inclinação e convergência dos raios visuais, ocorriam efeitos de ampliação” (EYMAR et al., 2013), no entanto, quando vistos de longe (Figura 3), a forma recortada na placa e o círculo, que estava posicionado atrás, pareciam coincidir perfeitamente.

Figura 1: Explicação de traço de reta com uso do modelo de demonstração Esquema do uso do projeto e cubo aramado para percepção da projeção cônica.



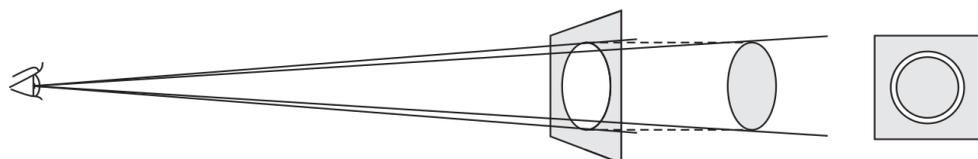
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2: Esquema da experiência proposta por Eymar com uso de cartão recortado para perceber a projeção cônica, com o observador próximo à figura recortada.



Fonte: Elaborado pela autora

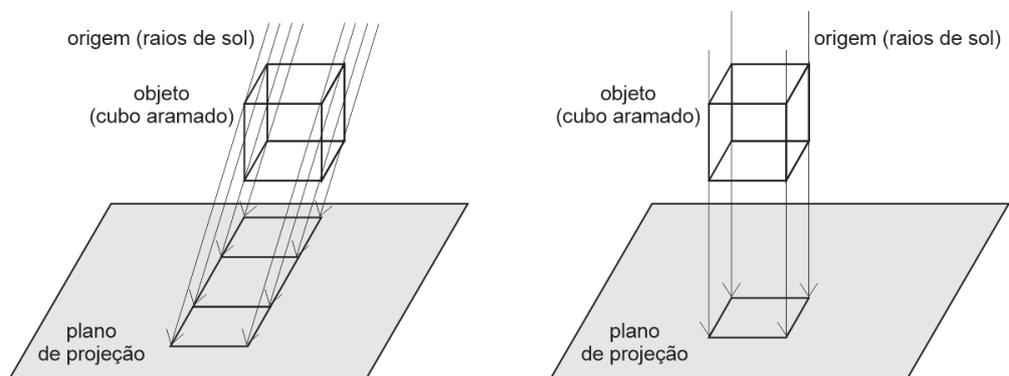
Figura 3: Esquema da experiência proposta por Eymar com uso de cartão recortado para perceber a projeção cônica, com o observador longe da figura recortada.



Fonte: Elaborado pela autora

Para a verificação do fenômeno da projeção paralela, valemo-nos do mesmo modelo tridimensional de um cubo aramado utilizado na experiência já citada. Em ambiente externo, utilizamos tal elemento como objeto, a luz do sol como linhas projetantes e o chão ou uma prancheta de mão como plano horizontal de projeção. Simulamos com tal aparato as situações de projeção paralela ortogonal e projeção paralela oblíqua em relação ao Plano Horizontal de Projeção (Figura 4). Possibilitamos ao mesmo tempo a aprendizagem dos elementos básicos do Sistema Mongeano. Vivenciada a experiência, o sistema de planos projetantes foi posteriormente desenhado em sala de aula com suas nomenclaturas.

Figura 4: Esquema da experiência de percepção da projeção paralela com uso da luz do sol e cubo aramado.

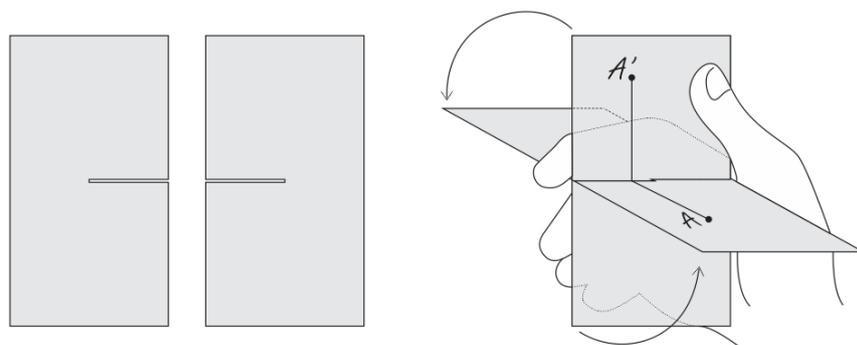


Fonte: Elaborado pela autora

3.1.2. Aplicação de Modelo Físico Individual

Utilizando acetato fino e transparente auxiliamos os alunos a construírem dois retângulos de 9x18 cm. Esses retângulos receberam um recorte em sua linha mediana até seu centro, de forma que esses planos pudessem se encaixar e funcionar como um modelo tridimensional e móvel do Sistema Mongeano. O material e a flexibilidade de manuseio ajudaram a explorar o rebatimento e o entendimento dos diedros (Figura 5). Paulatinamente, os estudantes sentiram-se mais confiantes e puderam abandonar os modelos individuais, partindo para a resolução de problemas diretamente na representação em é pura.

Figura 5: Esquema do modelo tridimensional individual do Sistema Mongeano

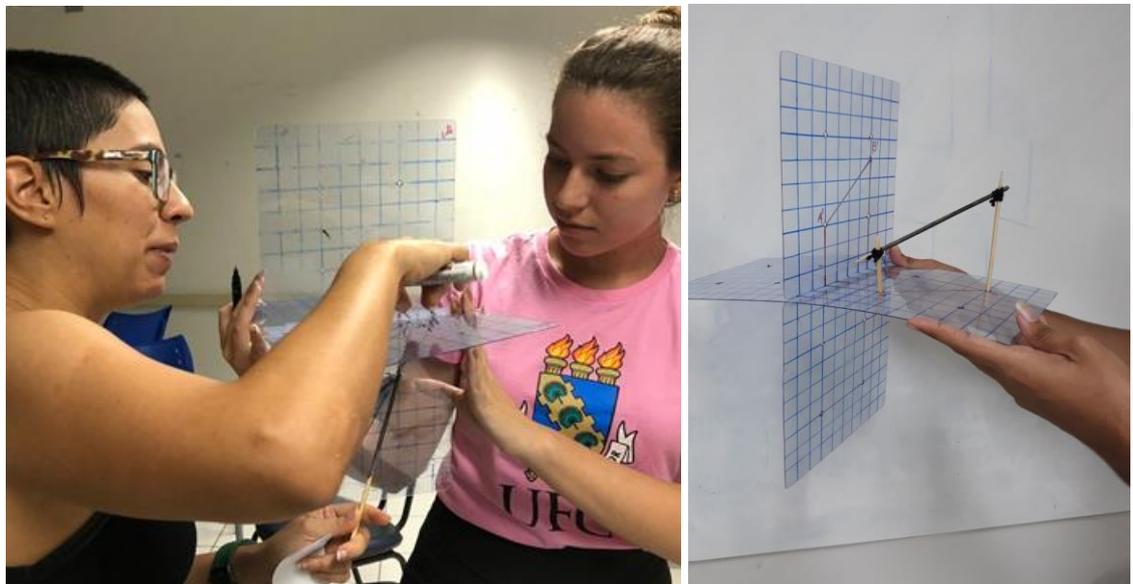


Fonte: Elaborado pela autora

3.1.3. Utilização de Modelo Físico de Demonstração

Todo o conteúdo da disciplina foi apresentado em sala de aula com auxílio de projeção de *PowerPoint*, com ilustrações dos elementos do Sistema Mongeano em perspectiva e da representação em *épura*. Para fazer a ponte entre o concreto e a representação abstrata, foi construído um modelo de demonstração. Utilizamos três planos de PVC cristal que foram recortados em dimensão compatível com a visualização em distância dos alunos. Dois retângulos foram utilizados e identificados como os planos vertical e horizontal, que se cruzavam numa linha mediana, produzindo os quatro diedros. E o terceiro plano foi utilizado de acordo com o conteúdo das aulas, ora como plano bissetor ou auxiliar, ora demonstrando posições diversas dos planos, ou resolvendo questões, onde se fazia necessária alguma rotação ou mudança de plano de projeção (Figura 6).

Figura 6: Explicação de traço de reta e modelo de demonstração com reta qualquer.



Fonte: Elaborado pela autora

Quadriculamos as superfícies transparentes dos planos com caneta permanente, produzindo um *grid* de referência de 2x2 cm, que ajudaria a visualizar o modelo em distância e a compreender a posição das projeções quando dos rebatimentos dos pontos. Utilizamos bolinhas de massinha como pontos e espetos de madeira (para churrasco) como linhas projetantes, ou em outras situações pintados em cores específicas, como retas, auxiliando na compreensão do conceito de traço de reta e, conseqüentemente, traço de plano.

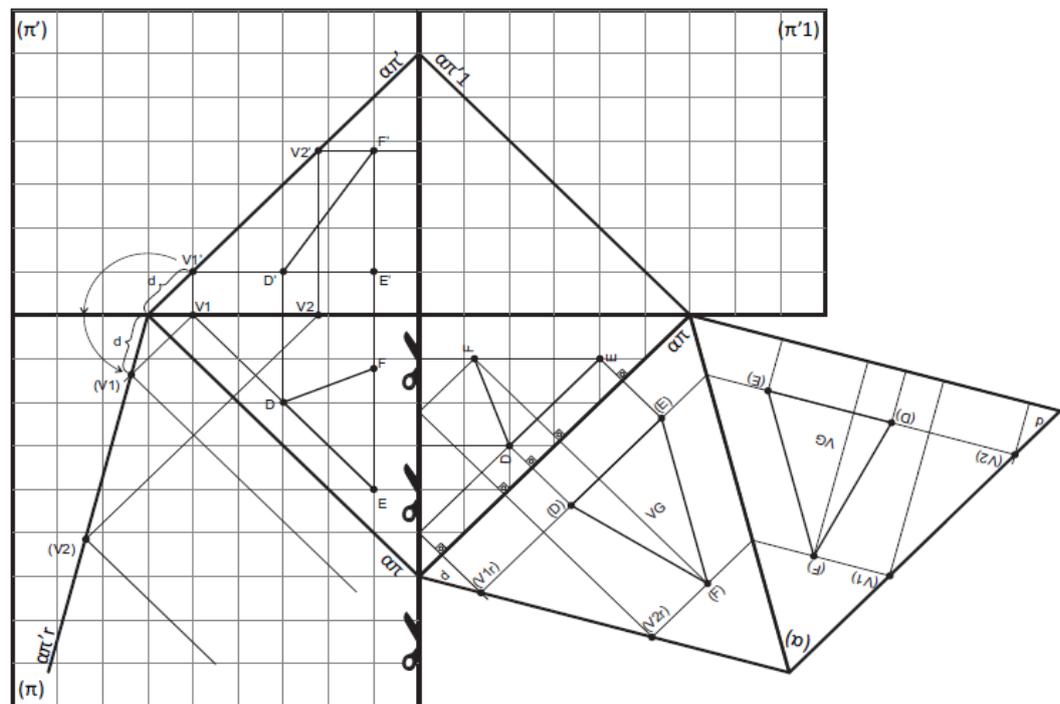
3.1.4. Uso de Planificações

Para o conteúdo de Verdadeira Grandeza de figuras inscritas em um plano qualquer e seção de sólidos, percebemos que o uso do modelo tridimensional em PVC cristal não seria tão proveitoso. Buscamos algumas alternativas para auxiliar o entendimento dos métodos de solução que abrangessem o uso das retas de máximo declive e máxima inclinação e ao mesmo tempo demonstrassem a transposição do tridimensional para o bidimensional. Apelamos para um sistema de dobradura, adaptando uma solução já adotada pelo professor Pedro Eymar.

Nossa versão do modelo indica o passo a passo da solução do problema por meio do rebatimento (realizada por movimentação física da dobradura) do plano qualquer, representado no plano horizontal pela transposição da distância “d” e pela marcação do traço rebatido do plano (Figura 7).

Utilizamos também a planificação como recurso didático para explicar possíveis resoluções para o trabalho final, o que será explicado adiante. Para tanto, utilizamos sólidos montados em papel cartão juntamente com suas planificações, marcando em ambos as retas auxiliares às operações de GD. Assim, pela manipulação do objeto físico e pelo confronto com sua representação bidimensional, trabalhamos a transição entre a informação tridimensional concreta e a bidimensional abstrata.

Figura 7: Modelo planificado da dobradura de papel que foi distribuído para montagem pelos alunos, utilizado para demonstração de resolução de VG de figura inscrita em plano qualquer.

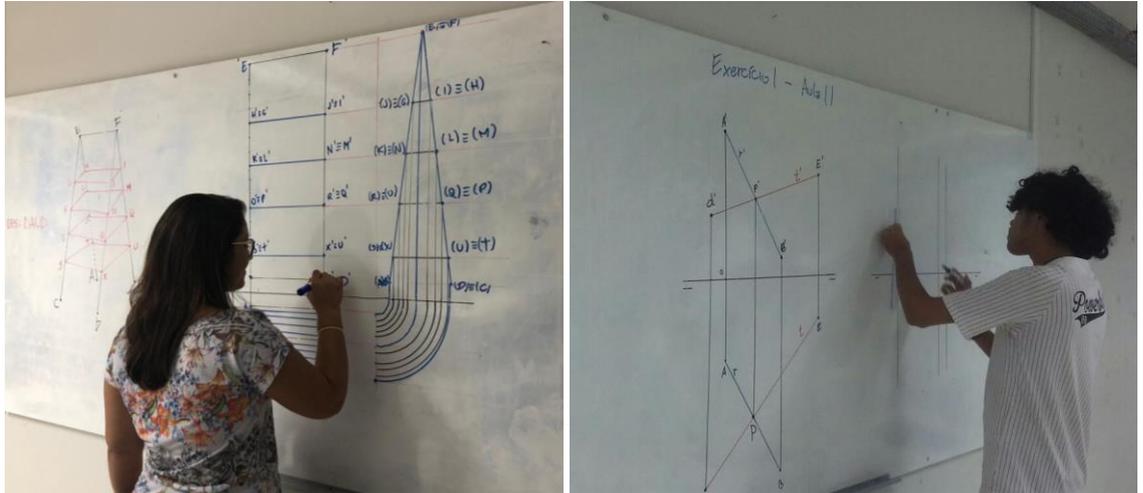


Fonte: Elaborado pela autora

3.1.5. Monitoria em Classe e Extra-Classe

A disciplina dispôs de três alunos monitores, que juntos revezaram-se em acompanhamentos durante os horários da aula, junto com a professora e, em acompanhamentos semanais, em um horário extra e fixo, sem a presença da professora (Figura 8). Esses acompanhamentos ocorreram até o fim da disciplina, e grande parte da turma participou da monitoria em horário extraordinário, levando as dúvidas e os exercícios passados em aula e disponibilizados em ambiente virtual a fim de resolvê-los coletivamente. A atividade permitiu também um foco individualizado no estudante, atendendo a ritmos e dificuldades específicas.

Figura 8: Resolução de exercícios em monitoria.



Fonte: Elaborado pela autora

4. Desenvolvimento de Exercícios Específicos

Visando gerar interesse nos alunos, buscamos aliar o conteúdo tradicional da ementa da disciplina com exercícios que se aproximassem do universo do estudante de Design. Para tanto, simulamos a resolução de problemas reais de projeto em mobiliário e embalagem através da Geometria Descritiva, relacionando de forma clara as aplicações das operações de GD à atuação prática no contexto do Design. Apresentaremos aqui alguns dos exercícios desenvolvidos.

4.1.1. Estante “Cavalete”

Essa questão foi o primeiro exercício específico de aplicação de GD no Design desenvolvido para essa turma. Ele se vale de uma peça de mobiliário como base para o desenvolvimento de uma atividade que pudesse resolver um problema prático de Design com o uso de conhecimentos básicos da geometria descritiva. O foco dessa questão é o estudo da reta e seus tipos e pertinência de ponto e reta. Ao mesmo tempo exercita-se o raciocínio necessário para trabalho em ateliê de prototipagem com ferramentas tradicionais.

No exercício é dada a estrutura básica da estante com suas medidas e características e é pedido aos estudantes que em um primeiro momento desenhem essa estrutura em é pura, sabendo que a reta (E)(F) é uma fronto-horizontal (Figura 9). Em seguida é pedida a quantidade linear de aço necessária para a construção do objeto, que pode ser achado por métodos de resolução de VG, ainda em é pura é pedido que o aluno marque pontos sobre a estrutura onde serão inseridas as prateleira que devem estar em alturas específicas; por último é pedido o alçamento desses pontos na projeção horizontal, que se dá em projeção auxiliar por rebatimento. Tal solicitação explica-se por questões construtivas. Dessa forma é possível conhecer as distâncias reais dos pontos (furos) sobre as retas (pernas da estante), permitindo que as barras sejam perfuradas para encaixe das citadas prateleiras antes de soldada a peça formada as retas inclinadas. Toda a questão deve ser resolvida em escala.

Temos como conteúdos cobrados nessa questão o conhecimento dos tipos de retas, representação em é pura e no espaço em perspectiva, rebatimento de retas ou projeção auxiliar, de forma a encontrar a verdadeira grandeza e o quantitativo de material, pertinência

de ponto e reta e alçamento, que indicam as distâncias corretas de perfuração das barras de aço para encaixe das prateleiras nas alturas solicitadas ao mesmo tempo em que se trabalha uso da escala, importante passo para a disciplina posterior de Desenho Técnico. A questão é bastante contemplativa no que diz respeito ao conhecimento passado até o momento em que ela foi aplicada. Seus resultados foram diversos, com várias estratégias de resolução.

Figura 9: Primeiro slide da questão, traz uma contextualização do tipo de mobiliário utilizado como exemplo.

GD Design
UFC 2018.1

Estudo da reta

Exercício

03. A estante cavalete traz um design inspirado na apropriação e ressignificação de objetos comuns do cotidiano para uma nova utilidade.
A estrutura dessa estante é formada por 4 barras de metal unidas no topo por uma quinta barra.
A estrutura tem altura total de 160 cm e a base tem 50 x 70 cm.

O diagrama mostra a estrutura de uma estante cavalete. No topo, há dois pontos rotulados (E) e (F) conectados por uma linha horizontal. Abaixo, há dois pontos rotulados (A) e (B) conectados por uma linha horizontal. Na base, há dois pontos rotulados (C) e (D) conectados por uma linha horizontal. Linhas diagonais conectam (E) a (C), (E) a (D), (F) a (A) e (F) a (B).

Fonte: Elaborado pela autora

4.1.2. Mesa “Cora”

Seguindo a mesma linha de desenvolvimento do exercício da Estante “Cavalete”, achamos outra peça de mobiliário que se encaixava muito bem no tipo de problemática que estava sendo explorada em sala. A questão da mesa lateral Cora tem como principal objetivo treinar e fixar o conhecimento a respeito do estudo da reta com foco na reta qualquer e em sua verdadeira grandeza, com grau de dificuldade mais elevado que a questão anterior.

No exercício são dadas as dimensões da mesa. É possível verificar na imagem (Figura 10) que as pernas da mesa formam no nível do chão e do tampo triângulos equiláteros. Diante dessa informação, pede-se ao aluno que represente o objeto em épura e depois se solicita a dimensão de uma das pernas de aço, considerando a bitola nula. Tal dimensão pode ser encontrada utilizando os métodos para resolução de VG de retas. Em sala apresentamos dois métodos para se chegar à verdadeira grandeza: o método da mudança de plano de projeção, transformando a reta qualquer em frontal em um dos planos, e o método de rotação do plano auxiliar ou rebatimento. Por esse motivo as resoluções dos alunos variaram de acordo com o método escolhido. Mesmo que não tenha sido apresentada como possibilidade de resolução a esta altura da disciplina, um dos alunos utilizou a rotação do objeto como auxiliar na resolução do problema.

Figura 10: Primeiro slide da questão, apresenta o enunciado da questão com a foto do mobiliário encontrado em uma loja nacional.

GD Design
UFC 2018.1

Estudo da reta

Exercício

“A mesa lateral Cora é um móvel atemporal que contribui para dar mais estilo e sofisticação à sua sala.”

Considere que a base da mesa é formada por **três pernas** de aço (retas quaisquer) $(t)(A,D)$, $(r)(C,E)$ e $(s)(B,F)$ dispostas formando no nível do chão um **triângulo equilátero** $(A)(B)(C)$. Considere ainda que as retas se interseccionam no ponto (G) na **cota 5,5**, centro do triângulo citado e que os pontos (D) , (E) e (F) têm **cota oito**.

Sendo $(A)[1;2;1]$ e $(B)[6;3;1]$

- 1) Dê a é pura
- 2) Calcule a dimensão de uma perna de aço.



Fonte: Elaborado pela autora

4.1.3. Embalagem “Pyramid”

Diferentemente das questões anteriores, que tratavam peças de mobiliário, essa questão foi desenvolvida a partir de uma embalagem comercial encontrada em catálogos utilizados pelos estudantes de Design. A mudança de foco para embalagem aproxima o exercício do universo de interesse dos alunos, pois percebemos que a maior parte dos alunos dessa turma tinha maior curiosidade por Design gráfico. Ao mesmo tempo, os monitores relataram a dependência, em disciplinas mais avançadas, que os estudantes mantêm de *templates* de embalagem encontradas em catálogos ou de modelagem digital para resolução de planificações de novas ideias.

Esse tipo de embalagem piramidal foi criado para ser planificada de maneira a economizar a maior quantidade de material possível, sendo esse um ótimo exercício para entender a disposição de planos, a pertinência de ponto e plano e a resolução de VG de figura inserida em plano e ao mesmo tempo pensar no aproveitamento de materiais nos processos industriais.

Na questão são dadas as dimensões do produto final, que tem a forma de uma pirâmide regular de base triangular com dois furos simétricos próximos de seu topo (Figura 11). Pede-se que o aluno represente em é pura a embalagem em tamanho real como os furos utilizando os conhecimentos de pertinência de ponto e figura inserida em plano.

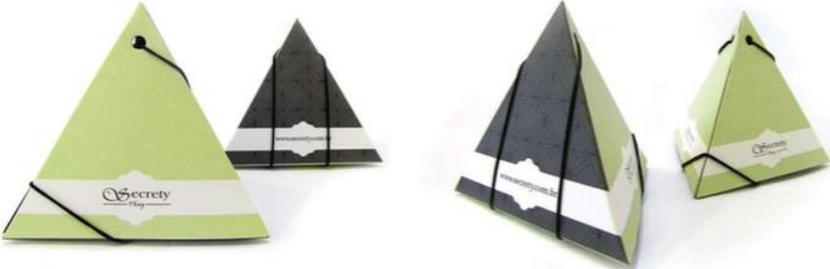
Para a resolução correta do exercício, é necessário identificar que tipo de plano as faces dessa embalagem formam além de saber qual a regra de pertencimento para esse determinado tipo de plano. Logo é necessário representar o objeto em é pura, marcar os pontos que representam os furos simétricos, encontrar as verdadeiras grandezas das faces do sólido e depois organizar essas faces para o melhor aproveitamento de material em planificação.

Figura 11: Primeiro slide da questão, apresenta imagem de embalagem encontrada comercialmente.

GD Design
UFC 2018.1

Exercício

3. A embalagem Pyramid box tem base triangular de setes centímetros e altura total de oito centímetros. Próximo ao ápice da pirâmide há dois furos simétricos à aresta que une dois de seus planos, com eixo na cota 6,5. Represente a embalagem e o eixo do furo corretamente em épura.



Fonte: Elaborado pela autora

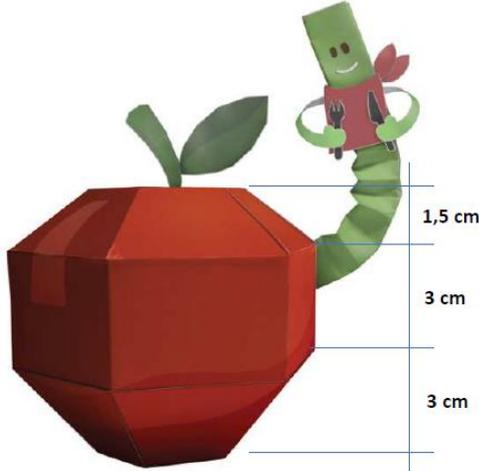
4.1.4. Paper Toy “Maçã Bichada”

Paper Toys são criações tridimensionais em papel. Designers e ilustradores que se dedicam a esta atividade produzem seus trabalhos volumétricos, que são fotografados e vêm sendo utilizados com sucesso na ilustração editorial nas últimas duas décadas.

Figura 12: Tela da projeção de apresentação do exercício de GD sobre *Paper Toy*.

GD Design
UFC 2018.1

Exercício



1. O Paper Toy da maçã é um sólido composto de dois troncos de pirâmide de base hexagonal unidos simetricamente por um prisma hexagonal cujas laterais são retângulos de quatro por três centímetros. Os hexágonos das faces inferior e superior do sólido tem arestas de dois centímetros.

Desenhe o sólido em épura. Dê a verdadeira grandeza das faces inclinadas e desenhe uma planificação do sólido.

Fonte: Elaborado pela autora

O exercício apresentado trazia uma ilustração executada pela professora para uma revista de circulação nacional e solicitava a solução do sólido de parte da composição. Foram informadas medidas gerais e lógica de composição da forma, sem, no entanto, indicar as coordenadas dos pontos (Figura 12).

Como uma das últimas atividades da disciplina, os alunos já detinham um conhecimento acumulado que lhes permitia um amplo leque de possibilidades de resolução. Dessa forma a solução da questão pôde ser representada e solucionada por diferentes métodos, como mudança de plano de projeção, encontro de VG de reta, rebatimento, rotação do sólido etc.

4.1.5. Trabalho de Fim de Curso

Adotamos três notas para avaliação dos alunos. A primeira nota consistiu em uma prova tradicional que incluiu todo o estudo de retas até o conteúdo de traços de retas. A segunda nota contemplou todo o conjunto de mais de uma centena de exercícios executados regularmente em sala de aula e na monitoria ao longo de todo o semestre, incluindo exercícios tradicionais e os exercícios específicos, alguns dos quais apresentados anteriormente neste artigo. A última nota foi dada pelo trabalho final, de caráter prático.

O trabalho final da disciplina teve a forma de um exercício segundo o conceito de Aprendizagem Baseada em Problemas que uniu desempenho criativo e técnico. Buscando aproximar o exercício dos interesses e da prática profissional dos discentes, a atividade consistiu na criação de um sólido que poderia ou não ser uma embalagem, inspirado em quaisquer aspectos de um perfume, como características plásticas de volumetria e cor, aroma, referências históricas ou geográficas que tal marca suscitasse etc. Os dez perfumes foram sorteados entre os treze grupos de até três integrantes, que tiveram três aulas de duas horas (duas semanas) para imaginar e representar o sólido em perspectiva livre, resolver a representação em épura, encontrar as Verdadeiras Grandezas, planificar e, por fim, montar em papel o objeto projetado.

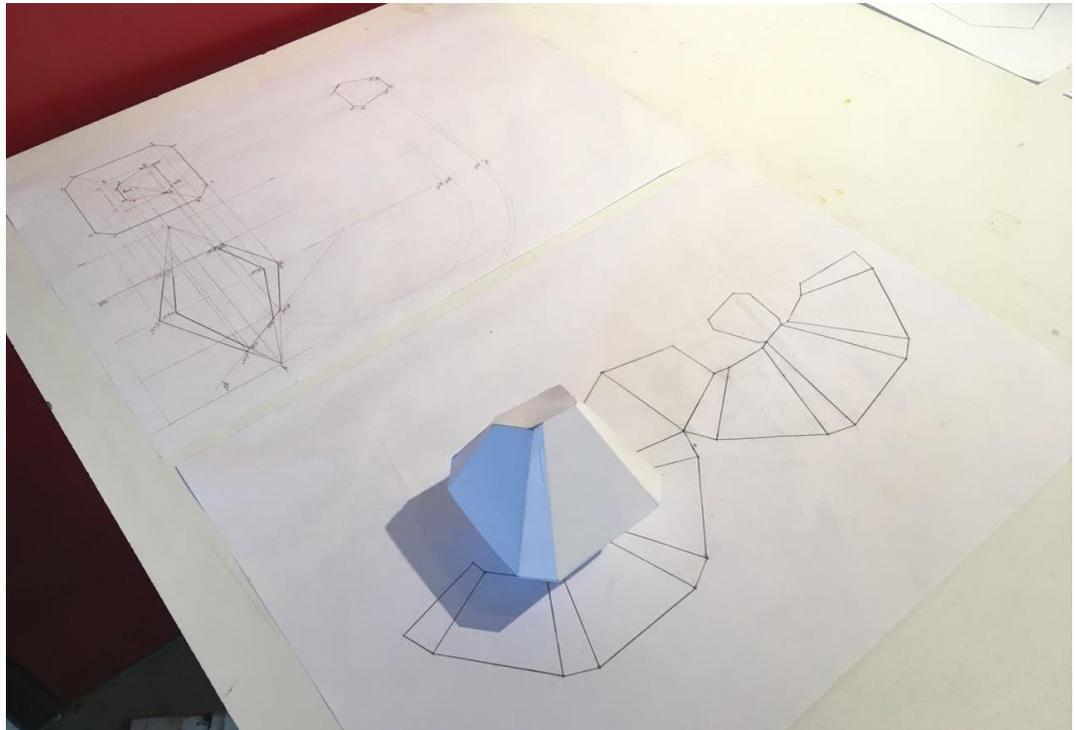
Como limitante do trabalho, foi estabelecido que todos os grupos deveriam começar pela escolha de qualquer sólido (fosse ele um prisma, antiprisma ou pirâmide ou mesmo composições aditivas destes sólidos) e que tal elemento deveria ser seccionado por um plano, gerando assim o sólido final.

A avaliação do exercício foi dada sobre três produtos: épura com a resolução da seção do sólido e definição das VGs, avaliando a aplicação da GD; planificação das faces devidamente ordenadas segundo a lógica de montagem do sólido, avaliando a aplicação da GD no Design; e o sólido construído, avaliando qualidade de execução. Ainda se reservou parte da nota para os quesitos criatividade e grau de dificuldade da proposta. Assim, cada um dos quesitos valia dois pontos, somando o total de dez pontos.

A última aula do semestre consistiu na apresentação dos grupos, com utilização de recursos multimídia; na ocasião, os alunos relataram seus processos criativos e demonstraram a aplicação de GD na resolução de seus sólidos. Como forma de exaltar a qualidade dos trabalhos finais, montamos uma exposição relâmpago com o resultado dos seus esforços (Figuras 13 a 21).

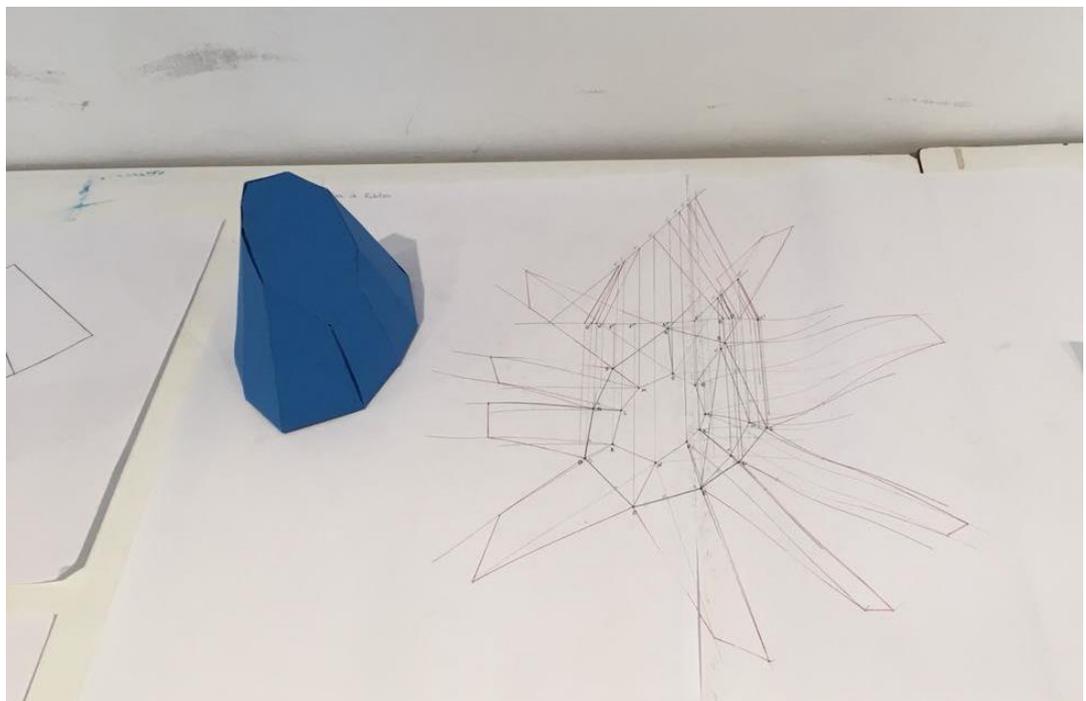
A atividade foi muito bem recebida pelos alunos, que exercitaram a criatividade e a resolução de problemas não só de representação, mas também de construção recorrendo à Geometria Descritiva de forma bastante satisfatória e colaborativa, apoiando-se mutuamente na construção de conhecimento nos grupos e entre os grupos.

Figura 13: Trabalho de fim de curso.



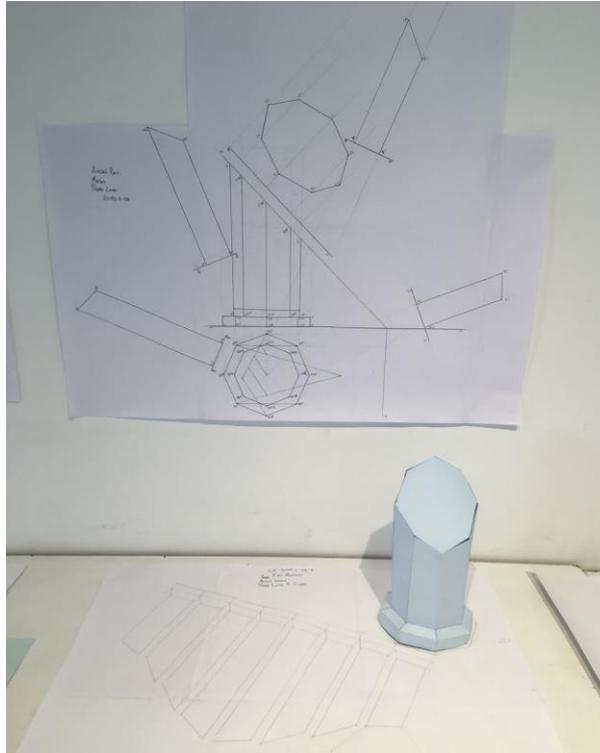
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 14: Trabalho de fim de curso.



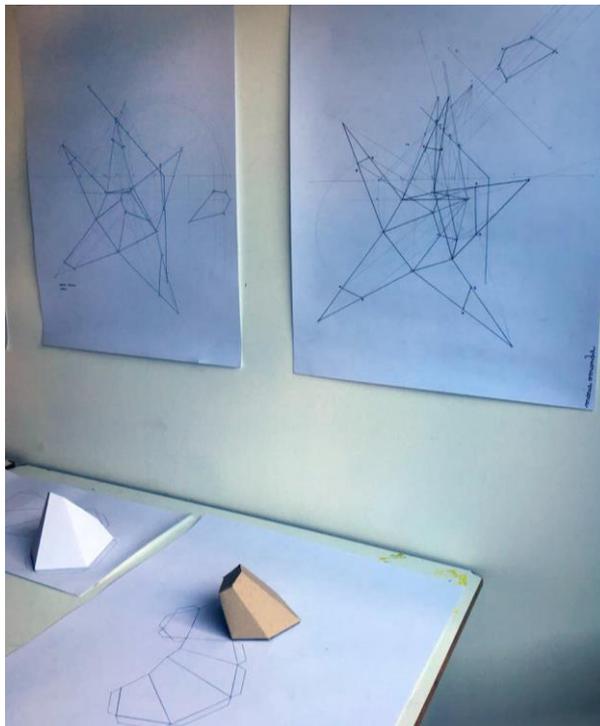
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 15: Trabalho de fim de curso apresentado os três produtos de entrega.



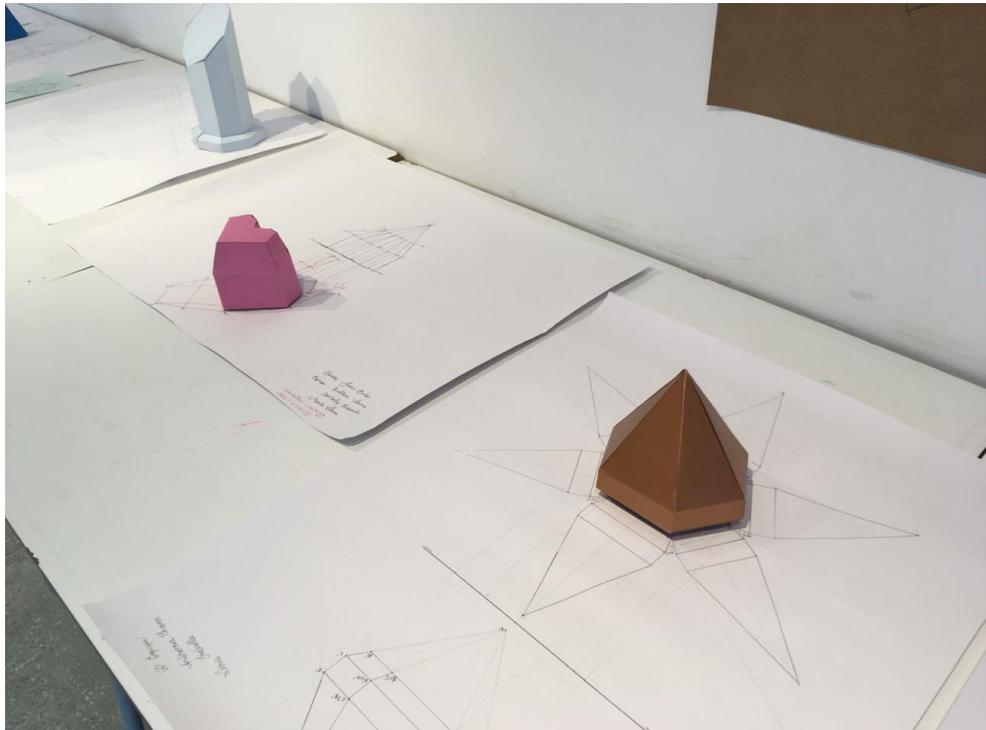
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 16: Trabalho de fim de curso apresentado os três produtos de entrega.



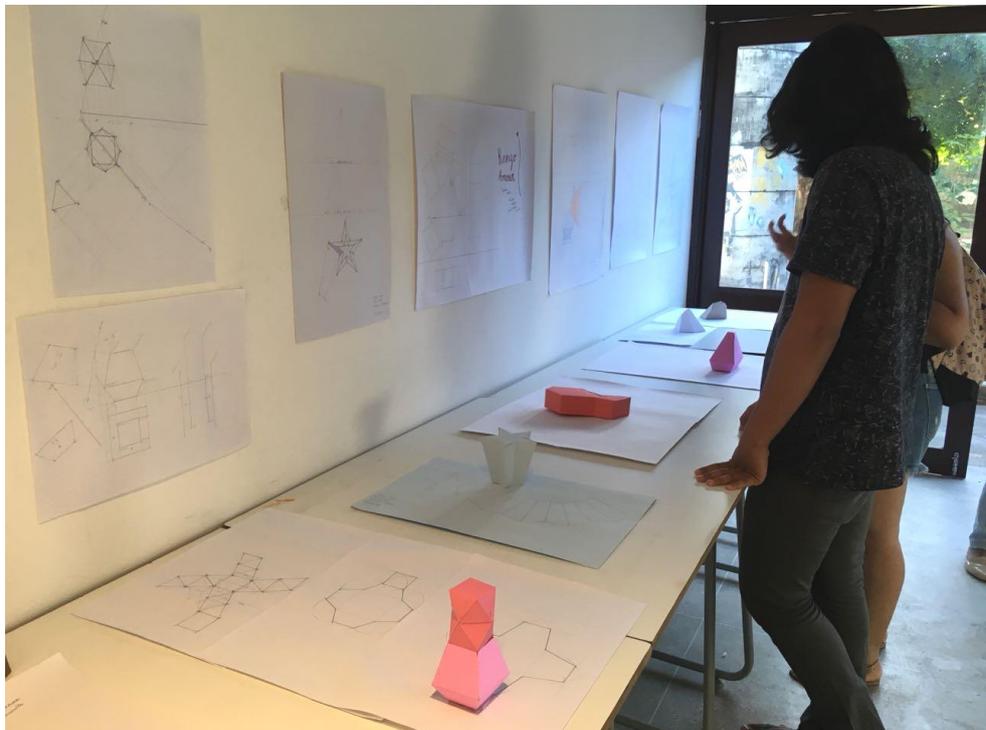
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 17: Trabalhos de fim de curso.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 18: Trabalhos de fim de curso.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 19: “Exposição relâmpago”.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 20: “Exposição relâmpago”.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 21: Registro de parte da turma na “Exposição relâmpago”.



Fonte: Elaborado pela autora

5. Considerações Finais

Este artigo buscou apresentar as experiências realizadas no ensino de Geometria Descritiva no contexto do curso de Design da Universidade Federal do Ceará na turma do primeiro semestre de 2018, que tinham como objetivo a adoção de ferramentas de metodologias ativas de aprendizagem e o desenvolvimento de exercícios numa abordagem de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) para aumentar o interesse e o entendimento das aplicações de GD no Design pelos alunos e ajudar a desenvolver a visão e imaginação tridimensionais.

Introduzimos alguns dos materiais didáticos físicos e das experiências de aprendizagem ativa desenvolvidos para exploração do conteúdo, alguns dos quais adaptados de outros autores ou já historicamente utilizados no ensino de GD, como os modelos de demonstração. Em seguida, apresentamos os exercícios específicos desenvolvidos de acordo com a abordagem adotada, explorando problemas em cenários de atuação do profissional da área.

Acreditamos que as inovações metodológicas tenham alcançado o objetivo de aproximar os conteúdos de GD dos interesses dos estudantes de Design e das aplicações concretas necessárias para os projetos nessa área. Quanto ao objetivo de auxiliar no desenvolvimento de uma visão e imaginação tridimensional, apenas no decorrer dos semestres seguintes será possível verificar, diante dos desafios impostos pelas disciplinas subsequentes, se essa abordagem logrou êxito.

Alertamos, ainda, que o período desta experiência didática é demasiado curto para uma conclusão efetiva a respeito de sua eficácia. Comparada à turma imediatamente anterior, a turma de GD do primeiro semestre de 2018 não teve mudança significativa de desempenho. Os números somente, porém, podem mascarar situações que só seriam descobertas com um estudo aprofundado sobre as causas de evasão, desistências e trancamentos não só da disciplina, mas do curso, o que está além da abrangência e dos objetivos deste artigo.

Apontamos, dessa forma, para a necessidade de seguir investigando, por um lado, as causas do mau desempenho e das desistências e, por outro, a adoção de metodologias ativas de aprendizagem e abordagens inovadoras como a Aprendizagem Baseada em Problemas, explorando situações reais de aplicação dos conhecimentos de GD no Design e seu potencial impacto na motivação e construção do conhecimento dos estudantes da área.

Agradecimentos

Aos alunos da disciplina de Geometria Descritiva do curso de Design da Universidade Federal do Ceará, aos monitores pelo empenho e colaboração e aos professores Silvia Filipe e Pedro Eymar Barbosa Costa, pelos conselhos e cessão de material didático.

Referências

AYMONE, Jose Luis Farinatti. Geometria Descritiva Aplicada à Solução de Problemas de Arquitetura e Engenharia. **Revista Educação Gráfica** (Online), v. 18, p. 134-151, 2014.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION – ENGINEERING EDUCATION IN A TECHNOLOGY-DEPENDENT WORLD, 8., 2014, Guimarães. **Anais...** Guimarães: INTERTECH, 2014, p.10-116.

BRUNO, Fernando Batista et al. Design-Based Learning: o uso de Objetos Empírico-Concretos e Virtuais na Geometria Descritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2018, Univille, Joinville. **Anais...** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2018, p. 500-510.

EYMAR, Pedro et al. Novos experimentos no ensino da geometria descritiva usando os meios digitais de representação como referência. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 21., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Editora do CCE, 2013.

MARTINS, Bianca; COUTO, Rita. Aprendizagem Baseada em Design: uma pedagogia que fortalece os paradigmas da educação contemporânea digitais. In: INFORMATION DESIGN INTERNATIONAL CONFERENCE, 7., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015, p.424-438.

PRINCIPE JUNIOR, Alfredo dos Reis. **Noções de geometria descritiva** – v.1. São Paulo: NBL Editora, 1983.