

DESENVOLVIMENTO DA VISUALIZAÇÃO COM TURMAS DO ENSINO MÉDIO

DEVELOPMENT OF VISUALIZATION WITH HIGH SCHOOL CLASSES

*George Bravo¹
Marcelo Bairra²*

Resumo: A visualização é uma habilidade que precisa ser desenvolvida desde a Educação Básica até o Ensino Superior, não importando a área específica que o estudante escolherá. O presente artigo apresenta práticas realizadas com turmas de uma escola técnica estadual de Ensino Médio profissionalizante, na disciplina Desenho Técnico, em que se congregam Desenho Geométrico e Geometria Descritiva. Buscou-se, nessa proposta, descentralizar os recursos do material didático impresso e favorecer práticas ligadas à evolução do pensamento geométrico mediante a potencialização da visualização. Observou-se a otimização do tempo, a diversificação no tipo de tarefas propostas e o progresso dos alunos demonstrado em disciplinas afins.

Palavras-chave: geometria descritiva, visualização, desenho técnico, pensamento geométrico.

Abstract: Visualization is a skill that needs to be developed from Basic Education to Higher Education, regardless of the specific area the student chooses. This article presents practices carried out with classes from a state technical school of vocational high school in the discipline of Technical Drawing, which combines Geometric Drawing and Descriptive Geometry. In this proposal, we sought to decentralize the resources of printed teaching material and favor practices linked to the evolution of geometric thinking by enhancing visualization. Time optimization, diversification in the type of tasks proposed and student progress demonstrated in related subjects were observed.

Keywords: descriptive geometry, visualization, technical drawing, geometric thinking.

¹ Fundação de Apoio à Escola Técnica, Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá; georgebravo.br@gmail.com

² Departamento de Teoria e Planejamento de Ensino, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Educação; mbairral@ufrj.br

1 Como nasceu essa pesquisa?

A pergunta, apesar de não estar explícita, se apresenta e provoca o primeiro autor deste texto a procurar o que pode sustentar sua trajetória e o motivo de sua dedicação. A provocação para esse pesquisador nasce de um incômodo ou de uma observação sobre a alteração de um processo que pode ser otimizado. A curiosidade expressa na pergunta *Como é que faz para desenhar?* tem ligação com a vida do referido pesquisador, sua formação e o encontro com outras pessoas que debatem o tema afim. Em sua trajetória de formação, o contato com Geometria Descritiva (GD) ocorreu na Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A disciplina já era vista com grande dificuldade pela maioria dos alunos.

Em 1984, em uma tentativa de minimizar os reprovados, incluiu-se, na grade do curso, a introdução denominada “GD zero”. Para aqueles alunos oriundos de escolas com carga horária dedicada a desenho, os tópicos de geometria eram de fácil compreensão, mas os demais alunos tentavam decifrar aqueles traçados desenhados unicamente com giz branco sobre o quadro verde. Naquele processo entre linhas de chamada e projeções da reta, os traços bailavam no ar da Épura. O primeiro autor deste texto quase foi reprovado, mas, em um último instante de uma prova final, conseguiu entender o mínimo para se desligar do nível zero. Isso não foi impedimento para continuar nos estudos ligados à área gráfica; pelo contrário, foi estímulo a estudar e mudar as condições daquele ensino oferecido (Figura 1).

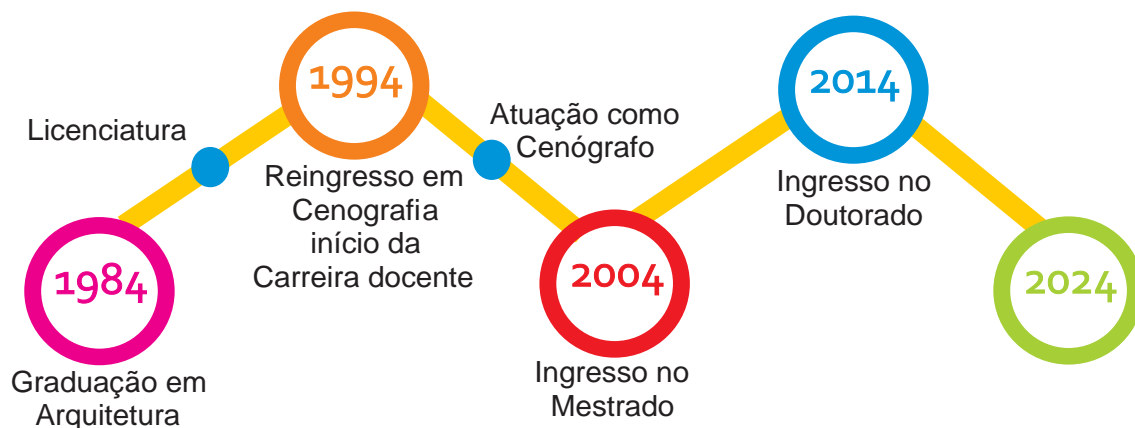


Figura 1 - Linha do tempo do primeiro pesquisador. Fonte: dos autores

A partir daí a linha de terra, os rebatimentos e a Verdadeira Grandeza passaram a acompanhar uma pesquisa que se concretizaria três décadas após (2014), momento em que se deu o ingresso do supramencionado no Mestrado. Em 2024, dois anos

após ter defendido a tese, surge, a partir do símbolo africano Sankofa (Figura 2), representando a sabedoria de aprender com o passado para construir o futuro (NASCIMENTO; GÁ, 2022, p. 27), a oportunidade de remontar ao nascimento da questão da pesquisa assim como de voltar ao início da formação do pesquisador e seguir em frente reconstruindo processos e práticas para o ensino e aprendizagem da GD.



Figura 2 - Sankofa. Fonte: Nascimento e Gá, (2022, p.27)

Assim, a pesquisa de doutorado resgata os percalços da época em que um estudante de graduação na faculdade de arquitetura constrói um novo futuro para os alunos de uma escola estadual, no caso, a Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá do subúrbio Marechal Hermes, na capital Rio de Janeiro.

A disciplina Desenho Técnico, ministrada para os cursos profissionalizantes do Ensino Médio, tem como base o Desenho Geométrico e a Geometria Descritiva. Essa associação permitiu ao pesquisador traçar estratégias próprias, que, iniciando na carreira docente, lançava mão de materiais instrucionais, sendo uma parte do sólido Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial e, em grande parte, de material impresso.

Sem recursos da informática para a sala de aula, o desafio na dissertação de Mestrado (OLIVEIRA, 2016) foi criar um dispositivo de baixo custo que fosse capaz de fazer a ponte entre o modelo de peças tridimensionais e sua representação bidimensional no papel, elaborado com grafite, régua e par de esquadros, e, em atenção ao pedido da professora Regina Kopke (UFJF), complementar o título com Épura ao vídeo. O pesquisador transformou-se em aluno de si mesmo, foi colhendo

suas experiências e somando-as às suas práticas profissionais, adaptando e reforçando sua tese.

A visualização se construiu nessa experiência e se constrói pelo ato de aprender a ver. O grupo Educação do Olhar do PROARQ UFRJ vem desempenhando essa prática sob o comando da professora Maria Angela Dias³. Soma-se a isso, o encontro com a professora Danusa Gani e sua dedicação com o estudo dos princípios de Gaspar Monge.

O trabalho em sala de aula potencializa, confere rapidez ao pensamento diante das dificuldades que os alunos enfrentam e um olhar atento do professor que se interessa em mediar entre dois seres: aquele que já pratica e o outro que deseja aprender. O Ensino é uma atividade de fluxo duplo entre docente e discente, mas não tem um ponto de origem do saber, os dois polos dominam seus saberes, desde que estejam dispostos a aprender. “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo. Os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p.68). O educador foca no ponto de que não há idade, gênero, para não haver dominados e dominantes. Há pessoas que, ao desejarem saber, se construir, vivem sua incompletude focando no futuro que se constrói hoje.

Ajustar a prática em sala de aula com o processo de pesquisa foi o principal desafio. Para isso, a metodologia escolhida foi a Design Based Research ou Pesquisa de Design⁴ (DBR). Mesmo o dispositivo já tendo sido elaborado durante o mestrado, o processo cíclico da DBR ajudou a pensar cada dia em como os trabalhos realizados podem ser desenhados, aplicados, analisados, redesenhados, reaplicados... Ao mesmo tempo, proporcionou ao pesquisador olhar para a dinâmica da sala de aula apoiado na Fenomenologia e ver o que acontecia entre os atores da Educação.

Optou-se por uma pergunta curta, simples para que ela pudesse se fragmentar e estar presente em cada página, em cada ato de rotina. A pergunta nasceu de uma sessão com os alunos: Como é que faz para desenhar? Pode parecer genérica, mas foi o ponto principal do trabalho com visualização. Houve a compreensão de que desenhar é uma atividade que se faz com o corpo inteiro, com os sentidos, sentimentos, músculos e na relação com o outro, com o mundo. Desenhar está ligado

³ GEGRADI: conversa com Maria Angela Dias sobre a educação do olhar. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/vjxbdHQCZQU?feature=shared>. Acesso em jan/24

⁴ Adotamos na tradução de Design Based Research, Pesquisa de Design, a grafia na língua inglesa da palavra Design, por ter uso corrente mais amplo em nosso meio, indo além do desenho como ato em si de registro, mas no sentido de abraçar planejamento, dispositivos, propostas e construção das atividades

a como ver. É um processo que se inicia na vontade, da necessidade de ter uma representação, gerar a comunicação para registro, trocar informações e, no caso da disciplina Desenho Técnico, documentar.

Daí a pergunta teve uma parcela muito importante ligada à observação: ver o que se manifesta, o fenômeno, na sala de aula. Neste artigo, estão sendo repassados pontos da pesquisa (OLIVEIRA, 2022), o que foi escrito durante e após a banca de doutoramento.

2 Caminhos percorridos com a pesquisa a respeito da visualização

No trabalho de divulgação da investigação, houve a oportunidade – após aprovação – de propor um curso em conjunto com a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) para professores da Educação Básica dos anos iniciais, a distância, em todo o território nacional (OLIVEIRA, IZAR; SETTIMY, 2022). A proposta era desenvolver materiais de baixo custo que pudessem ser construídos e manipulados com os alunos para a prática de Desenho Geométrico (Figura 3).

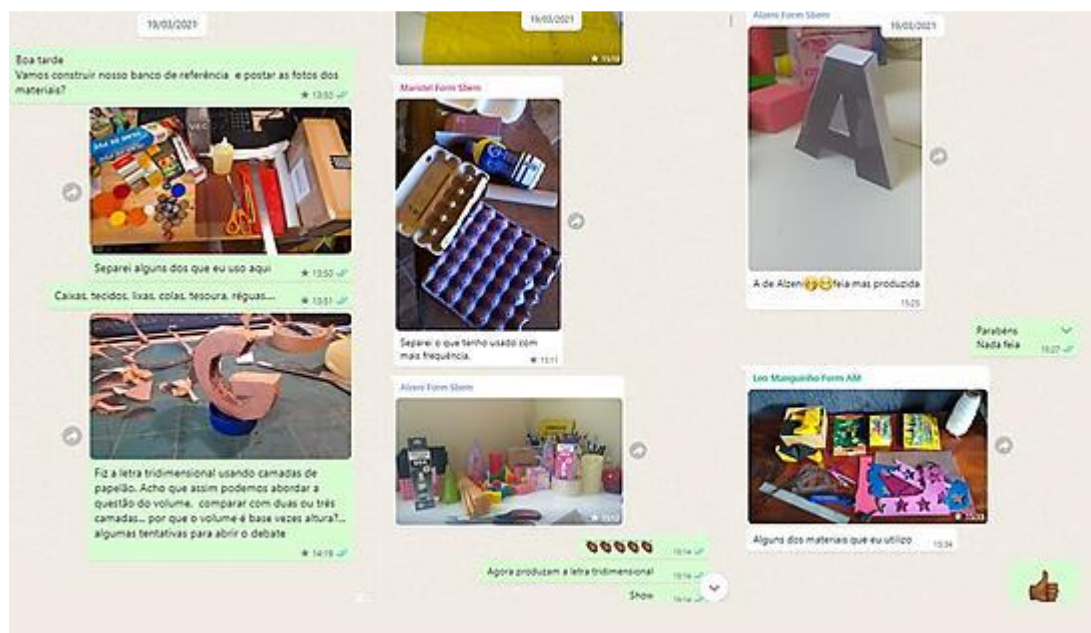


Figura 3 - Trabalho com reciclagem de embalagens. Fonte: dos autores

Apostando na valorização do desenho geométrico na Educação Básica, pôde-se discutir com professores representantes das cinco regiões do Brasil e avaliar como se dão as atividades ligadas à Geometria. Encontraram-se situações de acompanhamento com o livro didático e propostas de interdisciplinaridade, principalmente em língua portuguesa. Ao final, com a troca de experiências, na

organização da proposta de cada participante, observou-se o enriquecimento das atividades baseado em seu compartilhamento e em experiências do curso.

Poucos foram os professores da educação básica inscritos: apenas 11 participantes. No entanto, para os organizadores, a experiência foi significativa. A proposta da SBEM⁵ visava favorecer cursos de formação continuada inspirados no brinquedo projetado pela designer da Bauhaus Alma Siedhoff-Buscher (Figura 4).



Figura 4 - Inspiração e modelo do curso de formação da SBEM. Fonte: dos autores

O contato com a formação continuada e a frequência no Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em Educação Matemática renova o educador. Por meio desse grupo, participando de oficinas e seminários para professores da Educação Básica, estabelece-se contato com o que está acontecendo com as práticas de Geometria, seus percalços e avanços. Também se conta com uma rede de pesquisadores interessados pelo tema, como pode ser

⁵ Edital SBEM-DNE 01/2020 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM).

verificado no artigo publicado por esta revista em 2015 (IZAR; BAIRRAL, 2015), que trabalha a Geometria e cultura visual.

Foi organizado um livro com a participação de professores que ensinam geometria: *Retratos de experiências para visualização em geometria* (BRAVO, IZAR; BAIRRAL, 2022). A obra levou os autores deste artigo a serem convidados a participar com um capítulo do e-Book *Caminhos da geometria na atualidade: velhos percursos, novas lentes*, cujo lançamento, pela Editora da UFRRJ (Edu), está previsto para 2024.

3 O processo de realização dessa pesquisa

Em que um método influencia na pesquisa?

Pesquisar depende do foco do pesquisador, que, movido pela sua questão, sai em busca de evidências que podem complementar sua questão. O modo como vai fazer isso, como vai, meticulosamente, explorar depende de seu olhar e sua relação com o universo em que vive. A metodologia da pesquisa não pode sobrepor à sua investigação. Como em uma viagem, o ônibus ajuda no percurso, mas não pode se sobrepor a seu objetivo: usufruir da paisagem e observar o novo que se manifesta ao explorador. Não pode causar desconforto, de modo que perturbe o viajante.

Assim, a escolha pela Pesquisa de Design veio ao encontro da proposta de planejar sem um aspecto definitivo: parte do ciclo que envolve a percepção do grupo, sua reação, suas respostas geraram outras indagações e outras estratégias. A prática em sala de aula é dinâmica e exige do professor-pesquisador uma atitude em que sua percepção esteja aguçada, e a vontade de aprender, junto com os outros atores, favoreça os ciclos presentes na DBR, a saber: planejamento, criação, aplicação, análise, avaliação, redesenho e reaplicação.

A seguir, será detalhado o que foi encontrado a respeito da DBR, de acordo com Brown (1992) e Cobb *et al.* (2003).

O planejamento é o primeiro desenho ligado à proposta do professor, aqui, ainda sem garantia do resultado a ser alcançado e, muitas vezes, ainda sem conhecer o público-alvo e suas reações. É a primeira tradução do que está descrito na ementa da disciplina e será levado como proposta para os alunos. Evita-se empregar o termo turma para que, no conjunto de alunos, seja possível perceber o despontar de cada um e, daí, permitir que o tal planejamento seja flexível para que, no contexto da aplicação, permita ganhar nuances perante os acertos e dificuldades de cada um.

A criação é a etapa onde o professor tem liberdade para inventar e adaptar exercícios, atividades e tarefas que encontra disponíveis para o desenvolvimento de

um determinado conteúdo. Valoriza-se a criatividade do professor no sentido de não ser um replicante de coisas projetadas em materiais impessoais que não se apliquem ao contexto de seus alunos, nem ao seu.

Após a preparação e separação de materiais, para que, efetivamente, a sessão possa se realizar, a aplicação do que foi pensado se concretiza com o primeiro contato de observação do envolvimento de todos. A aula acontece efetivamente com os participantes. Por mais experiente que seja o professor, os recursos pensados para entendimento dos conceitos são eficazes quando geram o debate para o conhecimento. A aplicação dos conceitos é o momento principal desse processo, e já deve ser reparada como uma antecipação da etapa de análise, com registro dos resultados alcançados, mesmo que a atividade não seja refeita.

A maneira, a aceitação e integração dos participantes servirão de base para futuras aplicações. No caso do dispositivo de câmeras, criado na época do Mestrado, cada sessão serviu como avaliação para adaptações. Já no doutorado, procurou-se explorar estratégias de comunicação para desenvolver a visualização como um dos processos importantes do pensamento geométrico.

Avaliar o que foi aplicado significa rever as orientações e a receptividade do grupo, assim como o que foi alcançado e o que ficou para trás. Daí surge uma prévia do que precisará ser redesenhado para ajustes de uma nova aplicação ou mudança de estratégia com aquele grupo. A DBR é uma metodologia flexível e, para o professor, é estímulo para estudo continuado, uma vez que por meio dela é possível verificar o que está sendo executado e o que pode ser alterado.

Com a DBR, exercitou-se o efêmero, conscientemente. O que se planeja e faz nos encontros é passível de transformação e adaptações. Os quadros (Figura 5) são como mandalas areia⁶, apagados ou desfeitos a cada aula. Apresenta-se como um processo de revisão para o professor a respeito do que foi conversado na aula, assim como é uma breve avaliação dos exemplos registrados ali. Durante o processo de produção de dados para a pesquisa, foi observado como o professor é também foco do pesquisador, sujeito a críticas internas e avaliação de suas ações. Entra-se no furacão onde não há necessidade de separação entre quem ensina e quem aprende. Todos são sujeitos do processo educacional e, portanto, aprendizes constantes.

⁶ As mandalas tibetanas são construídas com areia colorida sobre uma plataforma. Sua dissolução serve também como exemplo da impermanência.
Disponível em: <https://sobrebudismo.com.br/mandala-de-areia-o-simbolismo-da-arte-tibetana/>
Acesso em jan/2024

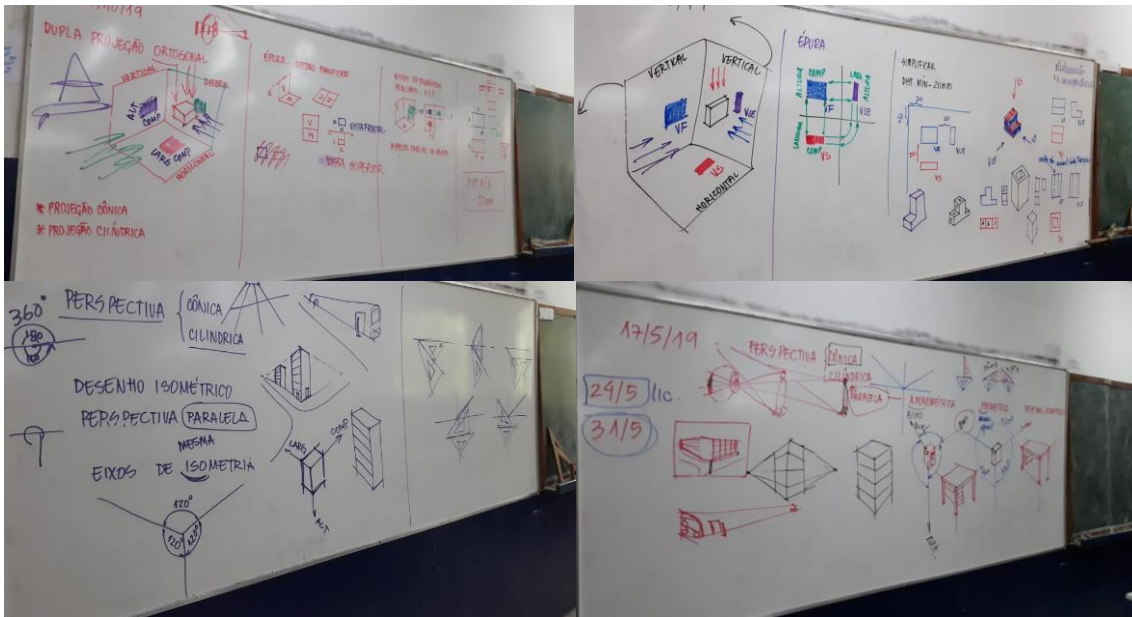


Figura 5 - Quadros das aulas. Fonte: dos autores

O acontecimento está na sala de aula, quando o planejado se aplica, na relação entre conteúdo, professor e aluno. As dinâmicas da sala de aula decorrem da relação instaurada pelos seus agentes, o que torna particular cada sessão como um *loco*. A particularidade da aula daquele professor e o ambiente da sala, o espaço e sua organização e o horário da sessão são fatores que influenciam o fenômeno como tal, o que acontece e o que gera, conforme observa Bicudo (2010, p. 214, grifos da autora) para as ações no ensino de Matemática:

A atividade do professor requer que esteja sempre atento ao que ele mesmo e os alunos estão efetuando e, ainda, que vá além, ou seja, que busque explicitar o que vivencia e ouça o que os alunos dizem sobre suas vivências. O ato de explicitar o experienciado, entendido como o realizado, e a percepção da realização no próprio movimento de ocorrência da atividade transcendem a ação empírica que concerne o “fazer” e o saber “como fazer”.

O professor é um aprendiz. Quando o docente pratica isso, o discente aprende com seu mestre o que ainda não sabe, há a compreensão de que os desafios que se impõem perante o desconhecido existem para serem enfrentados. É o aprender para se desafiar. Essa combinação entre a Fenomenologia e a DBR favoreceu o pesquisador a aproveitar melhor o caminho, a compreender o que uma pessoa com duplo papel, professor e pesquisador, pode desenvolver, pode observar na prática e, ao mesmo tempo, realizá-la com os outros atores.

4 Pensamento geométrico

*E as paralelas dos pneus n'água das ruas
São duas estradas nuas
Em que foges do que é teu
No apartamento, oitavo andar,
Abro a vidraça e grito, grito quando o carro passa
Teu infinito sou eu*

Belchior

A disciplina na qual a pesquisa foi aplicada – Desenho Técnico para alunos de uma escola pública de Ensino Médio Profissionalizante – atua na grade como suporte para outras disciplinas da formação técnica e favorece a construção de projetos gráficos, bem como a interpretação de outros projetos e manuais de peças industriais. A base é uma associação de Desenho Geométrico e GD. O objetivo final da disciplina é a representação de modelos, suas vistas ortográficas em primeiro diedro, desenho isométrico de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Muito se sabe de Geometria, mas pouco se entende. O que se observa de alguns alunos é seu conhecimento das formas geométricas, mas pouco entendimento a respeito das construções e seus conceitos. Com a carga horária restrita e a precariedade de recursos, comuns a escolas públicas, busca-se o desenvolvimento com base nos saberes que os alunos apresentam para, a partir daí, construir e sedimentar a base necessária para a construção das vistas ortográficas.

Portanto, em uma prévia análise de um programa que separa desenho geométrico e GD, procura-se associar os tópicos para uma aplicação direta. Isto quer dizer que ao invés, por exemplo, de fazer exercícios exclusivos para “treinar” concordância entre arco e segmento de reta, propõe-se aplicar a concordância na vista superior de uma esquina de 90° entre duas ruas. A partir de uma situação reconhecida, no caso a esquina, a calçada e o asfalto, explora-se o conceito de ângulo reto, projeção ortográfica cilíndrica e traçado geométrico.

Nessa situação, o pensamento geométrico está ligado à evocação da experiência de ter atravessado a rua no semáforo perto da escola. Trata-se de uma vivência/experiência para perceber a diferença de uma esquina de ângulo reto e outras onde as ruas podem fazer um ângulo diferente de 90°. Então as paralelas entre as bordas da rua e sua constante largura passam, nesse sentido, a fazer mais sentido. Vai sendo criado um vocabulário geométrico que viabiliza conversas a respeito de geometria. O ângulo reto começa a ter outras referências: as bordas da mesa, os lados do celular, o caderno ou a folha de desenho A4.

A intenção não era desenvolver um curso de GD como aqueles das faculdades de Arquitetura ou Engenharia, com exaustivos exercícios de projeções de pontos, posições de retas e interseção de sólidos, mas sim entender como uma reta de topo é representada a partir da observação das projeções de uma embalagem prismática de remédio. Além disso, compreender, das alterações dos raios de concordância de um aparelho celular, qual a relação entre o raio do arco de concordância em sua aparência anatômica e a relação entre a superfície visível da tela.

A inspiração do projeto, cujo recorte é apresentado aqui, vem da pesquisa da professora Danusa Gani e seu minucioso trabalho do sistema de dupla projeção de Gaspar Monge (GANI, 2004). “Para que a teoria seja aplicada na atividade profissional, é necessário que estes símbolos abstratos sejam identificados nos objetos físicos” (GANI, 2016, p.171). A motivação vem, também, do grupo *A Educação do Olhar*, coordenado pela professora Maria Ângela Dias, ligado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), que desenvolve visitas às escolas da Educação Básica para divulgar a observação e a representação gráfica. Como bem provocou a professora Maria Ângela Dias em “Vamos olhar em volta. O que não é desenho?”, ensinar a observar é ver junto com os alunos. Não basta apenas apontar, mas olhar juntos para elaborar a representação.

A representação pelos procedimentos do Desenho Técnico pode estar ligada, essencialmente, ao que será produzido pelas indústrias e servir ao nosso dia a dia ou ter um aporte poético, como indica o trabalho desenvolvido por Jander Rama.

O rigor da linguagem técnica, imprescindível para a boa realização de projetos dentro do campo da engenharia, design industrial e arquitetura, pode ser subvertido. A origem do desenho técnico, oriundo da emergente sociedade de leitores da Renascença remonta o momento onde a distinção entre arte e engenharia era tênue. (RAMA, 2018, p.287)

Pelo Desenho Técnico, Rama cria possibilidades criativas que necessariamente não serão apenas produzidas materialmente, mas geram o fantástico com aplicação da GD.

Rama amplia as possibilidades da representação do fantástico, quebrando o rigor de o desenho técnico servir apenas ao que pode ser construído. Mas, para isso, é preciso libertar o pensamento e criar outro referencial imagético a partir do que se observou no cotidiano. Defende-se construir um conjunto de informações e sensações que podem ser denominados como vocabulário tátil-sonoro-visual-afetivo: “[...] o cérebro fará registros multimídia de visões, sons, sensações táteis, odores e percepções afins e os representará no momento certo” (DAMÁSIO, 2011, p.167).

Antônio Damásio considera que nosso corpo é capaz de registrar combinações de sentimentos e ações, como o desenho manual, que, por meio de gestos e manuseio dos instrumentos, colabora para a construção de uma memória do corpo (DAMÁSIO, 2011). Assim, buscou-se construir materiais que pudessem gerar algum contato e ligação com o universo dos alunos, mais do que os exercícios instrucionais e programados como tarefas distribuídas apenas em material impresso. Procura-se construir um repertório, dos pesquisadores e dos alunos para ter o que evocar e desenhar a partir do que se observa.

Daí a importância em trazer o exterior para dentro da sala de aula, ampliar seus limites com vivências que os alunos trazem de casa, como o mapa de deslocamento para a escola ou o trajeto até um ponto próximo conhecido por todos. Então, pode-se trabalhar a questão da escala de redução, entender qual a proporção ideal para representar uma determinada distância a partir de um ponto e marcando pontos referenciais que criam mais uma noção de espaço-tempo importantes para o pensamento geométrico.

Aprender a desenhar depende da educação no sentido de observar, identificar os elementos geométricos de um prisma, por exemplo, vértice, arestas e planos, para que, na projeção nos planos horizontal e vertical se faça a ligação entre a posição do sólido e sua projeção. O desenho técnico está presente na indústria que produz todos os objetos que nos cercam, que vestimos, nos jogos dos aplicativos, no leiaute das propagandas, nas logomarcas. Sem alguma ligação com o cotidiano dos alunos, fica-se reduzido à representação de modelos e peças que não têm uma finalidade de uso, mas apenas focado em representar retas e planos. Um prisma de base retangular, quando apresentado como uma embalagem de sabonete, pode fazer mais sentido e gera possibilidades para evocação e associações com a representação de outros objetos.

O mundo construído existe graças ao pensamento geométrico aplicado de alguma pessoa, de um criador. Mesmo aqueles que não registraram suas criações em um papel ou superfície, antes de executar, esmiuçaram mentalmente cada detalhe e quais materiais seriam empregados. Muitos profissionais trabalham com a visualização para resolver encaixes, calcular materiais, planejar, orçar. Podem não dominar técnicas gráficas, mas resolvem problemas de rebatimentos de planos que, talvez, um estudante de faculdade quebre a cabeça com GD. Assim, transformar e valorizar os saberes em técnicas e identificar os conceitos geométricos envolvidos pode facilitar o aprendizado e aplicação do desenho.

O padeiro sabe quantos pães e formatos podem ser mais bem organizados em uma forma antes de ir ao forno. A costureira calcula quanto tecido e como dobrá-lo para cortar uma saia godê, que é uma coroa circular. O pedreiro verifica o ângulo reto com o triângulo de lados medindo 3 cm, 4 cm e hipotenusa 5 cm, portanto um triângulo retângulo, sem nunca ter feito aula de trigonometria. Por isso, ao recorrer a esses saberes, por afinidade da própria profissão ou de seus parentes, os alunos começam a valorizar e fazer associações com a geometria das coisas.

O pensamento geométrico está presente na partida de futebol quando o técnico explica seu plano tático em uma prancheta com rabiscos rápidos, e os jogadores entendem espacialmente o campo ou a quadra. Está na decisão de fazer um trajeto mais curto na caminhada, sem necessariamente fazer um desenho, na explicação do caminho para outra pessoa, com gestos desenhados no ar: siga em frente, dobre na terceira à direita e contorne a praça. A visualização está na composição do vestuário, ao pensar se, na hora de decidir a compra de uma veste, combinará com o sapato ou se o conjunto com outras peças se harmonizará. O desenho acompanha quem faz, com um gesto, o sinal da cruz como forma de se benzer, quem toca o chão três vezes e toca os três pontos da cabeça, quem suplica ao além com os braços erguidos ou recolhe as palmas das mãos como forma de agradecimento.

Linhas, gestos traçados para o desenho, percursos e formas do caminho estimulam a observar o mundo ao redor para desenhar pontos, retas e planos.

4.1 As salas de aula e suas sessões

Cada grupo reunido tem suas particularidades, não importando se o encontro for em torno do mesmo tópico, porque cada conversa assume particularidades da resposta de cada grupo. Perceber as particularidades é decorrência de uma conversa inicial com o grupo e análise das situações que estão envolvidas. Por exemplo: “Qual o horário da aula? Cedo, às 7h; após a aula de educação física, o último tempo antes do horário de almoço ou no último tempo de saída à tarde?”. Saber dessas condições permite contornar o comportamento que pode alterar a concentração. Cada momento é hora para pensar em uma estratégia adequada para estudar, por isso o redesenho do planejamento não deve ser previsto apenas de uma aula para outra, mas o planejado pode ser alterado para contornar um problema.

O que se observou como primeira dificuldade para entender as projeções dos elementos geométricos no diedro, foi o sistema de projeções. A projeção cilíndrica ortogonal não é de fácil visualização fora dos esquemas e animações gráficas. O mais

próximo, como experiência, que se alcançou foi a comparação entre a projeção cônica, com auxílio de uma lanterna e a projeção cilíndrica, assim como pela observação da sombra projetada pelo sol. A partir daí, entende-se que a projeção cilíndrica ortogonal da aresta de um sólido não se altera, mesmo variando a altura em relação ao plano. Para isso serviu o experimento exposto na Figura 6. Constatou-se com os alunos que as projeções cônicas são divergentes a partir da fonte de luz, e as projeções cilíndricas são paralelas na direção da posição aparente do sol.



Figura 6 - Projeção cônica e cilíndrica oblíqua com material dourado e brinquedo. Fonte: Fotos do autor

Na sequência, foram experimentadas sombras de pequenos objetos, prismas e cilindros e foi analisado em conjunto o que acontecia com suas projeções (Figura 7). Acrescentaram-se, na sequência didática, objetos que pudessem ser reconhecidos pelos alunos, como embalagens e brinquedos. Objetivava-se ir além dos modelos do livro de Aldemar Pereira (PEREIRA, 1990), adotado como padrão para as aulas de desenho técnico. O que se defendeu na pesquisa (OLIVEIRA, 2016) foi a descentralização do material didático impresso e a oferta de experiências que apoiassem a visualização dos conceitos de geometria. Notou-se o rendimento da compreensão dos conceitos de GD, quando, na tarefa de esboçar as vistas de um objeto, ocorreram comentários que faziam referência à sombra da lata e das tampinhas para expressar a compreensão de que um círculo paralelo ao plano horizontal que é representado como uma linha no plano vertical.



Figura 7 - Projeção cônica e cilíndrica oblíqua. Fonte: Fotos do autor

De acordo com o objetivo da pesquisa, descentralizar o material didático impresso, pensa-se que atividades para o desenho não precisam ser somente ações com traçado de lápis em papel, mas podem ser exercícios que desenvolvam o desenho mental para construir a visualização, trabalhando com a memória e a imaginação para estratégias de projeto. Antes da representação gráfica em papel, foi proposto observar as sombras dos objetos e, durante a sessão, analisar, a partir das sombras, a formação da silhueta das vistas ortográficas e poder observar qual dimensão era suprimida naquele aspecto parcial.

Ao observar a kombi em miniatura, na vista frontal, apenas foram projetados o comprimento e a altura. No conjunto de lata e tampas, as projeções dos cilindros se assemelhavam a um retângulo, criando uma referência para discutir outras situações que envolvessem sólidos ou conjuntos semelhantes. Assim, a representação tem o suporte imagético do que foi observado na prática e de que essa sensibilização apoia o pensamento geométrico transposto para distintos conjuntos com outras dimensões e disposições.

A imaginação deve ser desenvolvida como elemento importante para a ação projetual, mesmo não tendo à disposição o modelo que, no caso do projeto, ainda será construído, para que um protótipo possa ser manipulado mentalmente. Trabalhamos com propostas de alterações nos conjuntos montados na experiência, como, por exemplo, questionando se a tampa vermelha (Figura 7) fosse acoplada na base inferior da lata principal, o que alteraria na projeção? Observando o conjunto, os alunos imaginaram outras disposições, outros acréscimos ou cortes em seu volume. Essas atividades foram criadas para o desenvolvimento da visualização (LEIVAS, 2009, p.158):

No que diz respeito à imaginação e percepção, há várias formas em que a percepção pode contribuir para o desenvolvimento da imaginação e uma delas pode ser a percepção tátil, na qual o indivíduo, em contato com um determinado objeto, sem visualizá-lo, cria uma imagem mental dele por meio de descobertas exclusivamente táteis.

Ao projetar uma nova peça, lança-se mão de experiência com o desenho de modelos com os quais se treinam, mas podem-se fazer associações e montagens mentais para resolver outros problemas. Essa versatilidade pode ser alcançada e começar com montagens simples e associações de volumes prismáticos ou cilíndricos disponíveis para manipulação e, posteriormente, trabalhar com outros problemas, como cortes e remontagens. Por isso, na adaptação de conteúdo programático e carga horária, na condensação de Desenho Geométrico e GD, não se destina tanto tempo ao desenho de épuras com posições de retas, mas, nem por isso, deixa de se ver essas situações presentes nas composições com sólidos.

Para compreender o rebatimento do plano vertical do primeiro diedro, associam-se os planos com os elementos da sala de aula: vertical como a parede, horizontal como o chão e a linha de terra como o rodapé (Figura 8). Essa simples estratégia ajudou na compreensão de que as vistas ortográficas ou projeções de um modelo, seja um ponto, uma reta ou um sólido, não ocorrem isoladamente; elas decorrem de um mesmo objeto e, portanto, são “visões”⁷ do mesmo objeto.

As vistas ortográficas principais, comumente utilizadas nos projetos, manuais e catálogos, representam três aspectos do mesmo objeto. Na Figura 9, apresenta-se o dispositivo sendo utilizado em uma sessão. As câmeras de segurança têm suas limitações quanto a criar uma imagem cônica, mas auxiliam na percepção, como se

⁷ Termo empregado por alguns alunos durante as aulas, querendo expressar o que seria uma vista ou aspecto do objeto.

assumissem o lugar do observador perante cada projeção referente ao plano. A projeção no quadro branco possibilita o entendimento da passagem da percepção do objeto tridimensional para suas representações parciais bidimensionais.



Figura 8 - Rebatimento do plano vertical, primeiro diedro e Épura.
Fonte: Fotos e montagem do autor

Procurou-se manter, na medida do possível, a rotina de manipulação de objetos e sua observação antes de iniciar os exercícios gráficos. Os modelos ficavam disponíveis na sala para a montagem de conjuntos semelhantes à proposta oferecida (Figura 10). “A necessidade de efetivamente se **ver** o modelo para servir de auxílio na visualização de um objeto geométrico remete à importância do treinamento na interpretação de informações visuais” (KALEFF, 2003, p.17, grifo nosso). Esse princípio foi desenvolvido pela professora Ana Kaleff, no Laboratório de Ensino de Geometria (LEG)⁸, se valendo de diversas atividades envolvendo modelos para manipulação e observação, tanto para videntes quanto para pessoas com deficiência visual. Observar, ver e representar são etapas de uma metodologia onde o manuseio e a proximidade com o modelo geram sensações de toque, dimensão, textura e lembranças para a constituição de uma memória visual.

⁸ <https://www.uff.br/?q=noticias/16-11-2016/laboratorio-de-geometria-da-uff-democratiza-o-ensino-da-matematica> Acesso em mar /24

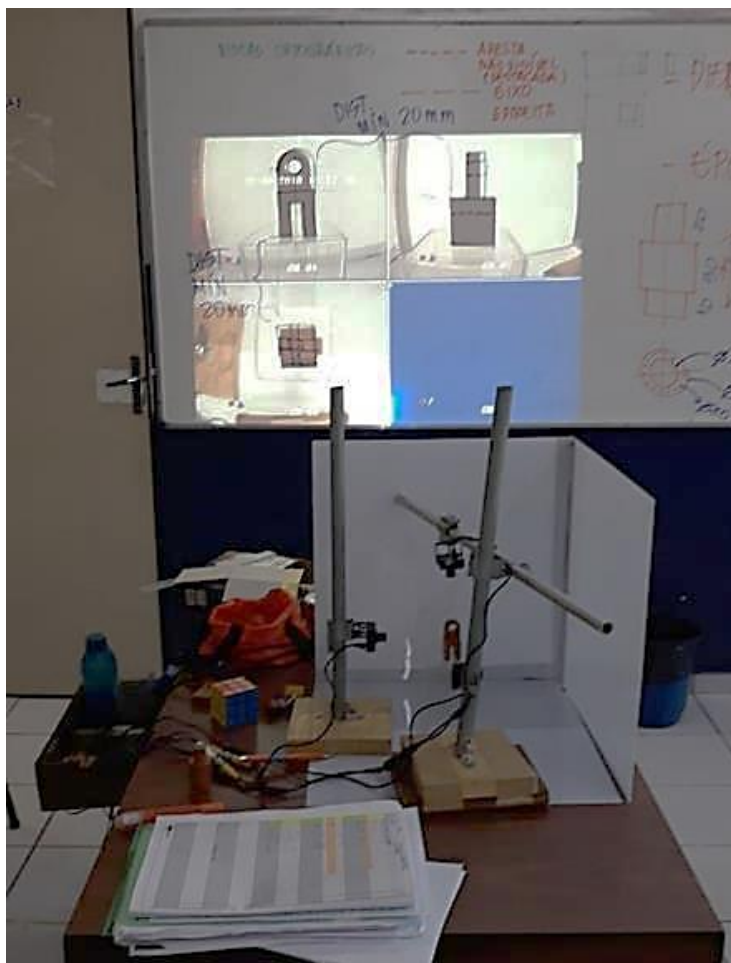


Figura 9 - Dispositivo com câmeras de segurança montado em sala de aula. Fonte: dos autores

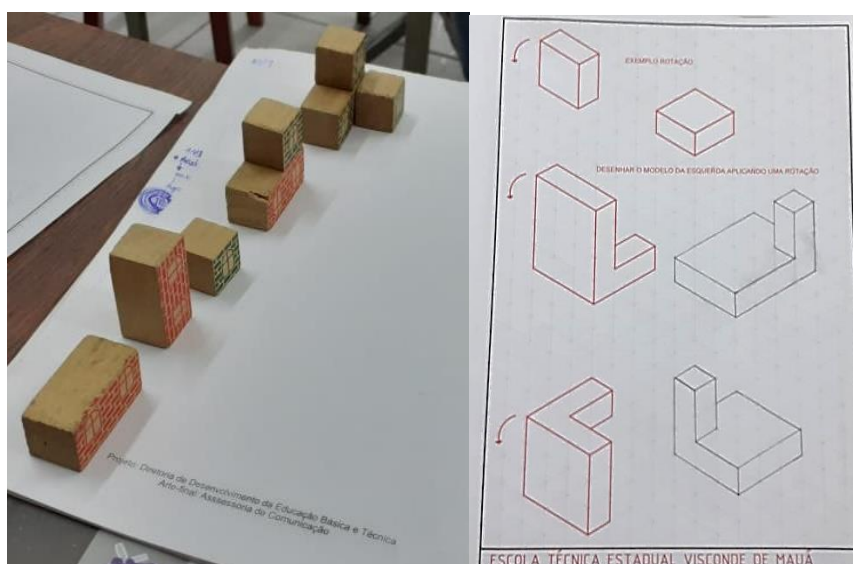


Figura 10 - Modelos e transformações. Fonte: Montagem e fotos do autor

O objetivo do experimento foi a construção da visualização e não uma competição para checar quem sabe mais ou apreendeu as coisas mais rápido. Trabalha-se com o coletivo e incentiva-se a colaboração.

A mediação não é unilateral. A condução dos trabalhos durante a sessão até pode ser, mas a aula transcorre pela troca, ouvindo as vivências dos alunos e expondo também as do professor. Vigotski trabalha com o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (VIGOTSKI, 2000), ao destacar o equilíbrio entre o que a pessoa sabe e o potencial que ela tem para poder chegar ao desenvolvimento da aprendizagem, não como uma competição, mas como o que todos podem construir coletivamente. A prática da construção do conhecimento pelo coletivo ocorreu na relação entre os participantes das aulas (Figura 11).

A educação do olhar para aprender a ver pode até ser uma experiência pessoal, única, mas ver o outro fazendo e repetir representam exercícios que alavancam e dá ritmo à aula. Por isso, o professor, ao invés de usar apenas o quadro, desenhava com os mesmos instrumentos que os alunos possuíam. Com o quadro branco, há uma similaridade maior em relação à folha do papel branco, mas, na época das lousas coloridas, pretas ou verdes, o giz branco era o negativo do traçado feito com grafite. Ao ver o professor em ação, a posição do corpo na prancheta em relação ao papel e seus movimentos com os instrumentos, há uma percepção diferente de vê-lo manusear os esquadros no quadro enquanto se pede para os alunos repetirem aquela ação nas pranchetas.

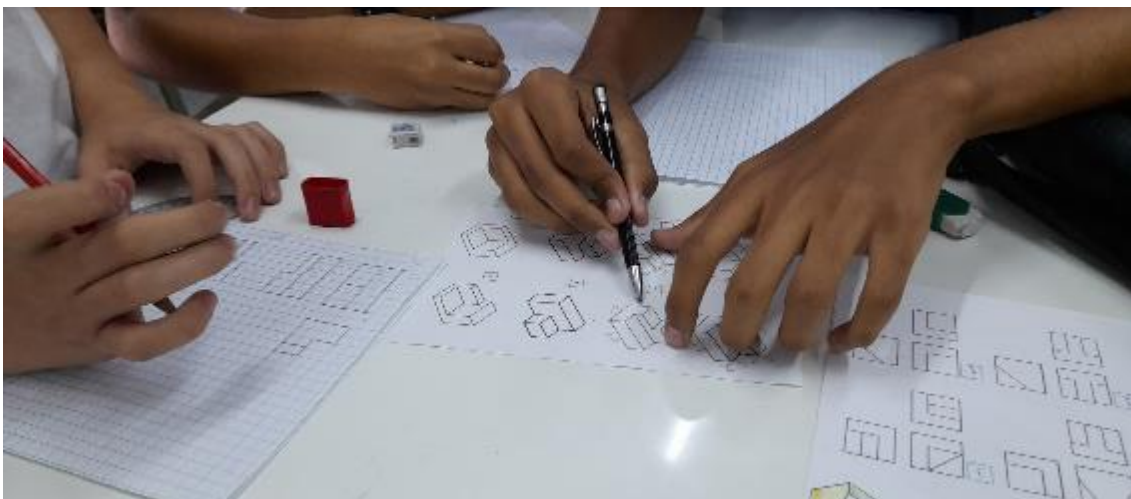


Figura 11 - Trabalho colaborativo em aula. Fonte: Foto do autor

Empregar recursos como o papel quadriculado otimiza o tempo e dá suporte para o treinamento da habilidade em desenhar as linhas paralelas. Além disso, há a

possibilidade de trabalhar com as escalas empregadas em desenho. No caso do exercício da Figura 11, primeiro foi trabalhado em escala 1:1 (um para um – escala natural), depois em escala 1:2 (um para dois – escala de redução) e, posteriormente, em escala 2:1 (dois para um – escala de ampliação). As dimensões das peças foram fornecidas no quadro da sala e anotadas na folha impressa disponibilizada para o grupo.

Nesse exercício, percebe-se a dificuldade em relacionar as dimensões com as medidas do próprio corpo e em fazer uma estimativa de dimensão. Daí surgiu a ideia de medir e criar alguns parâmetros, como relacionar as dimensões ao tamanho do passo ou do palmo (Figura 12). Outras dimensões também foram aferidas: a largura do polegar, comparando-a com a polegada padrão – 1” igual a 2,54 cm –, que é muito empregada em desenho mecânico; a altura que alcança o braço esticado para o alto; e a altura do chão ao umbigo. Essas referências auxiliam a mentalizar e estimar dimensões projetuais empregadas no desenho técnico.

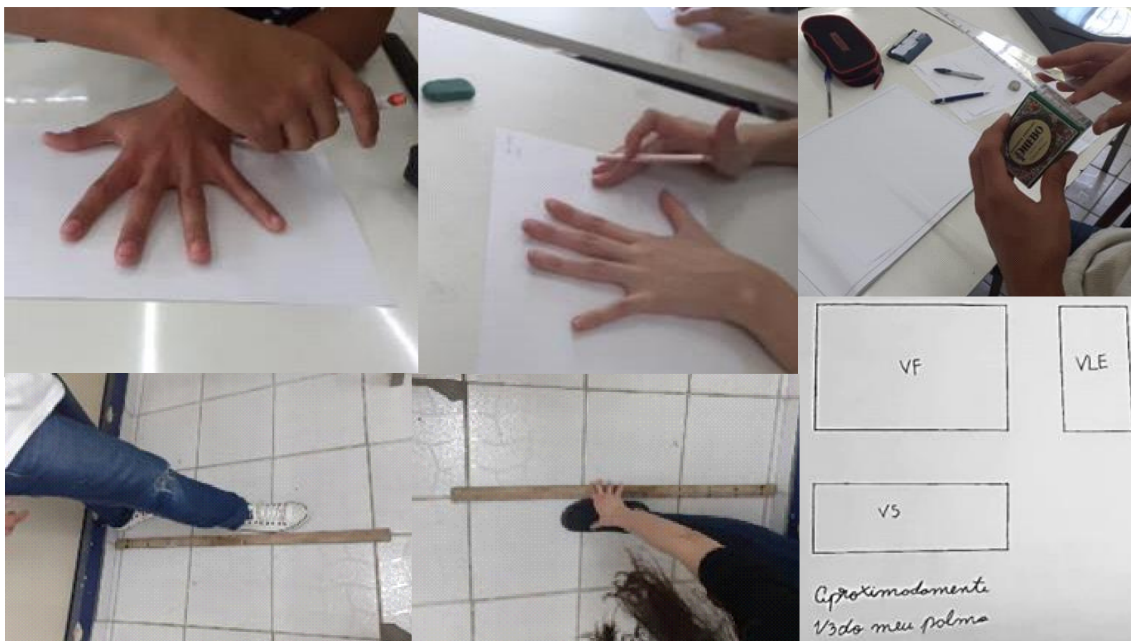


Figura 12 - Práticas para dimensionamento e sua relação com o Corpo. Fonte: Foto do autor

5 Análise das observações da pesquisa

A opção em descentralizar o material impresso como único recurso para apoio dos alunos teve o intuito de fazer uma ponte entre o que é observado ao vivo, sua manifestação tridimensional e sua representação bidimensional no plano. Alguns

alunos custaram a perceber que, mesmo um desenho isométrico, que aparenta o volume no papel, é uma representação bidimensional. Houve dificuldade também em compreender que uma representação gráfica não é o objeto em si parece ser o grande nó da questão. Vencida essa etapa, a construção de uma imagem mental e o pensamento geométrico desenvolvem a visualização, no sentido de poder projetar o que não existe ainda. Entende-se que, para a prática da visualização, o primeiro passo pode ser dado com a manipulação do material concreto que colabora para a compreensão dos exercícios de GD. Nesse sentido, destacam-se algumas etapas de nosso planejamento:

- Manipulação de modelos e caixas;
- Montagens de conjuntos com as embalagens;
- Modificação nas formas das embalagens;
- Exercícios com desenhos no quadro branco da sala de aula;
- Exercícios com modelos impressos no papel; e
- Exercícios com “manipulação mental⁹” do objeto.

O desenho gerado na disciplina Desenho Técnico é realizado para comunicar uma ideia a partir do que está descrito graficamente no papel ou na mídia informatizada. Não se trabalha com programas de computador ou aplicativos em sala de aula, mas recebem-se relatos dos professores de Computação Gráfica a respeito da produção dos alunos que já desenvolvem a visualização como recurso e sua evolução com o pensamento geométrico, após terem contato com as experiências propostas em Desenho Técnico.

Alguns tópicos de outras disciplinas ligadas ao processo de fabricação eram abordados nas aulas de desenho, tais como: as transformações de unidades, das aulas de Metrologia; a leitura de manuais técnicos de peças industrializadas; a interpretação de plantas baixas para cálculo de área; e os problemas relacionados à geometria, nas aulas de produção mecânica, como a determinação do centro de uma circunferência. Pôde-se, assim, vivenciar a importância do que era trabalhado em Desenho técnico e suas aplicações.

Mesmo tendo trabalhado com sólidos geométricos simples, alcançou-se o nível básico de construção projetual, sedimentando base para a evolução de outros projetos

⁹ Utilizamos esse termo na proposta de trabalhar com a imaginação do aluno em propostas solicitando desenhar um cubo de aresta 10mm sobre a embalagem e/ou retirar uma porção prismática de 10mm de largura da caixa apresentada.

mais avançados, nos quais o aluno reconheceu outros objetos com formas semelhantes em sua representação.

O trabalho realizado pelos professores da Educação Básica deve ser valorizado, pois é um trabalho de dedicação e empenho, que demanda a participação em grupos de pesquisa, formação continuada, planejamento de atividades e reavaliação de suas propostas, indicando a necessidade da prática de Desenho Geométrico na educação no nível de Ensino Fundamental II. Os professores devem se tornar observadores da própria prática e contar com a nova dualidade pesquisadores-professores, tendo consciência da necessidade da formação continuada.

O Desenho desempenha um papel importante na formação acadêmica das pessoas, que nasce nos anos iniciais do ensino fundamental e acompanha as alunas e alunos em todo o seu processo de formação, independente da profissão escolhida. Portanto, as docentes e os docentes do Ensino Fundamental I e II são profissionais essenciais para a valorização do ensino da Geometria e do Desenho. Desenhar é uma atitude que sedimenta os conceitos da Geometria e vai além de meros exercícios de representação. Seu foco deve ser a educação do olhar.

6 Considerações finais

A proposta da pesquisa relatada neste artigo centrou-se em estratégias para desenvolver a visualização. As atividades realizadas com turmas de Ensino Médio em uma escola pública profissionalizante, na disciplina Desenho Técnico, levaram os pesquisadores a revisarem trabalhos, assim como a experiência desde a graduação em Arquitetura até o desempenho da função de professor I da rede estadual da Fundação de Apoio às Escolas Técnicas. Como não havia liberdade para mudar a ementa da disciplina, as ferramentas para implementar melhora no curso se focaram nas estratégias de ensino e aprendizagem.

No começo da carreira docente, os profissionais usualmente tendem apenas a usar o material disponível na escola. Com o passar do tempo, adquirem consciência e liberdade para mudar aquilo que está ao seu alcance. Na experiência aqui relatada, focou-se no desenvolvimento do uso de materiais que pudessem favorecer o exercício do desenho técnico em suas possibilidades. Assim, a prática do desenho foi estendida para a construção do pensamento geométrico por meio de materiais manipuláveis associados à vivência trazida pelos discentes. Procurou-se romper os limites da sala de aula e expandir seu campo de atuação para ler o mundo, seguindo as orientações

do mestre Paulo Freire. A cada sessão realizada, houve aprendizagem tanto para os alunos como para o professor.

O desenho está presente em tudo. Perceber sua importância está em reconhecer como as coisas são planejadas e construídas. Os objetos dependeram de um pensamento criador que buscou o inusitado, o inovador ou alguma coisa que precisava ser melhorada ou evoluída. O ensino deve sensibilizar para esse olhar! A tecnologia e seus avanços são o ponto de partida para o novo desenho que surge; as marcas tradicionais acrescentam a seus produtos traços de evolução que garantem, ainda, o reconhecimento do padrão de um desenho original.

O desenho está ligado à concretização de uma ideia, que antes de se manifestar em um protótipo, seja virtual ou material, é o registro para levantar materiais, matérias-primas e orçamento de custos. Foi assim que os alunos se acercaram da necessidade do desenho técnico e sua aplicação. A pergunta motivadora foi: “Como é que faz para desenhar?”. A resposta veio por meio da prática em cada aula, do exercício do olhar e do desenvolvimento da percepção antes da execução do traçado propriamente dito.

Não foram esgotadas as respostas à pergunta primeira, o que conduz a novas práticas no que tange à visualização. Apresentou-se aqui a proposta para que outros docentes trabalhem seus conteúdos a partir da sua vivência com as turmas. Não se buscou fazer uma fórmula básica para o ensino, mas, com essa pesquisa, procurou-se responder ao problema: a dureza do ensino de GD e a falta de base em Desenho Geométrico. Destacou-se, portanto, que, ainda no Ensino Médio, pode-se suprir essas necessidades visando preparar o aluno para sua vida profissional.

Percebe-se que, para desenhar, é preciso aprender a ver, não ver apenas com o aparelho ocular, mas observar, sentir e tocar para se chegar a uma representação, seja ela gráfica ou construção de uma imagem mental.

Defende-se que a formação continuada seja oferecida a todos os professores que desejarem, para que, por meio do estudo, possam se aperceber das condições de trabalho da carreira docente. Aquele que estuda altera a maneira de ver suas turmas e pode valorizar sua carreira, mesmo que não seja monetariamente, mas contribuindo para os resultados a serem alcançados por seus discentes.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em Educação Matemática (Gepeticem) ligado à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), exemplo de centro de pesquisa e de

educação continuada. Também ao grupo Teatro da Palavra da UFRRJ, ao professor Carlos Roberto de Carvalho, à professora Rosana Plasa e aos revisores da RBEG pelas contribuições na versão final deste artigo.

Referências

- BICUDO, M. **Filosofia da educação matemática**: Fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas. São Paulo: Editora UNESP, 2010
- BRAVO, G.; BAIRRAL, M.; IZAR, S. **Retratos de experiências para visualização em geometria**. Seropédica: Editora da UFRRJ, 2022, v.1. p.103.
- BROWN, A. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, 2(2), 141-178. 1992.
- COBB, P., CONFREY, J., DISESSA, A., LEHRER, R., & SCHAUBLE, L. Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, 32(1), 9-13. (2003).
- DAMASIO, A. **E o cérebro criou o Homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987
- GANI, D. **As lições de Gaspard Monge e o ensino subsequente da Geometria Descritiva**. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) Rio de Janeiro. COPPE/ UFRJ. 2004.
- GANI, D. **A Geometria de Gaspard Monge**: o método descritivo que prescindia da técnica da dupla projeção ortogonal e independe dos meios de representação. Tese (doutorado) – UFRJ/ PROARQ / Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2016.
- IZAR, S.; BAIRRAL, M. Aplicativos dinâmicos e cultura visual na exploração do conceito de Homotetia. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <https://rbeg.net/index.php/rbeg/article/view/37>. Acesso em: 21 fev. 2024. Acesso em: 14 jan. 2024.
- KALEFF, A. M. R. **Vendo e entendendo poliedros**: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos. Niterói: EdUFF, 2003
- LEIVAS, J. **Imaginação, intuição e visualização: a riqueza de possibilidades da abordagem geométrica no currículo de cursos de licenciatura de matemática**. Tese (doutorado) Programa de Pós-graduação do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, área temática Educação, Cultura e Tecnologia. UFPR, 2009
Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/199584/001100477.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso jan.2022
- NASCIMENTO, L.; GÁ, L.(org.). **Adinkra**: sabedoria em símbolos africanos. Rio de Janeiro: Cobogó: Ipeafro,2022
- OLIVEIRA, G. **Épura ao vídeo**: desenvolvimento e uso de um aplicativo para o trabalho com geometria descritiva. Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Seropédica, PPGEduc / UFRRJ, 2016.
- OLIVEIRA, G. **Olhar, ver, reparar, representar**: o desenvolvimento da visualização. Tese (Doutorado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Seropédica, PPGEduc / UFRRJ, 2022.

OLIVEIRA, G. W. B. DE.; IZAR, S. B.; SETTIMY, T. F. DE O. Pode mexer ou é para enfeitar a sala? Utilização de material manipulável para ensino de Geometria nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 12, n. 3, p. 73-90, 1 maio 2022.

PEREIRA, A. **Desenho Técnico Básico**. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1990.

PITTALIS, M.; CHRISTOU, C. Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. **Educ Stud Math** 75: 191-212, 2010.

RAMA, J. L. **Engenharia perversa**: possibilidades poéticas para o desenho técnico e o múltiplo no âmbito de visões tecnológicas obsoletas sobre o futuro. Tese (doutorado) Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Artes Visuais, UFRGS, 2018 Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/186014/001082428.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso Jan. 2022

VIGOTSKI, L. **A construção do pensamento e linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 2000.