

UFRRJ

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO / INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO, CONTEXTOS
CONTEMPORÂNEOS E DEMANDAS POPULARES**

DISSERTAÇÃO

**ÉPURA AO VÍDEO: DESENVOLVIMENTO E USO DE UM
APLICATIVO PARA O TRABALHO COM GEOMETRIA DESCRITIVA**

GEORGE WILLIAM BRAVO DE OLIVEIRA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO / INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO, CONTEXTOS
CONTEMPORÂNEOS E DEMANDAS POPULARES

ÉPURA AO VÍDEO: DESENVOLVIMENTO E USO DE UM
APLICATIVO PARA O TRABALHO COM GEOMETRIA
DESCRITIVA

GEORGE WILLIAM BRAVO DE OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Marcelo Almeida Bairral

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação** no Curso de Pós-graduação em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2016

516.6

O48e

T

Oliveira, George William Bravo de, 1962-

Épura ao vídeo : desenvolvimento e uso de um aplicativo para o trabalho com geometria descritiva / George William Bravo de Oliveira. - 2016.

109 f. : il.

Orientador: Marcelo Almeida Bairral, 1965-
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares.

Bibliografia: f. 100-103.

1. Geometria descritiva - Teses. 2. Geometria projetiva - Teses. I. Bairral, Marcelo Almeida, 1965-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares. III. Título.



UFRRJ UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO / INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR
Programa de Pós-Graduação em Educação, Contextos Contemporâneos e
Demandas Populares (PPGEduc)

GEORGE WILLIAM BRAVO DE OLIVEIRA

**“Épura ao vídeo: desenvolvimento e uso de um
aplicativo para o trabalho com geometria descritiva”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas
Populares da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em
Educação.

Linha de Pesquisa: Estudos Contemporâneos e Práticas Educativas

Dissertação aprovada em 24/02/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Almeida Bairral - UFRRJ (Orientador)

Prof. Dr. Bruno Matos Vieira - UFRRJ

Profª. Drª. Regina Kopke - UFJF

Seropédica (RJ)
Fevereiro/2016

Dedico este trabalho à memória de meu tio e
padrinho Carlos Renato Sividanes Bravo,
homem de muitos talentos e amores.

AGRADECIMENTOS

Meu balão de gás vermelho que me faz olhar para o alto, Letícia, meu amor, sempre a meu lado nos momentos de alegria e nos tempos difíceis. Incentivo que me fez chegar aqui, companheirismo e cumplicidade, amor que transforma a vida multiplicada em Maria Flor e João Gabriel, luz e alegria.

Pelo suporte e exemplo em minha vida, meu pai Francisco e minha mãe Maria, pessoas que lutaram para construir com dignidade a simplicidade nossas vidas.

A minhas irmãs Marcia, Mariangela e Tania. Cada uma com seu elemento, fogo, água e ar, para me equilibrar e me constituir.

Ronald Teixeira, meu cunhado, artista gigante, exemplo de vida e grande pesquisador.

Pela parceria no trabalho, amizade e grandes conversas sobre a profissão, Soraya Izar representa a possibilidade de esta dissertação ser realizada.

Quem me deu um rumo, um norte para a pesquisa foi Marcelo Bairral. Mais do que orientador da dissertação, sempre de bom humor e disposto a me receber com gentileza e parceria. Um Mestre para minha jornada de transformação. Eu cheguei com uma semente de projeto que ele cuidou e fez florescer nesta dissertação.

Mais que um companheiro, um irmão, Alexandre Assis, que me auxiliou neste percurso, na compra do material e muitas conversas a caminho da Rural.

Wagner Marques, primeiro a divulgar meu texto em um evento de pesquisa.

Quem me recebeu com um sorriso luminoso no PPGEduc foi Flavia Motta, me tranquilizou na entrevista e tornou-se grande amiga.

Professor Beto, grata surpresa quase no final do período de disciplinas, grande carinho e afeto, mais do que falar de Bakhtin, ele vivencia a amorosidade.

Modelo de agilidade e poder de decisão, Marcia Pletsch, exemplo para a realização.

Exemplo de reflexão e ação, Aristóteles Berino, observador pelo olhar.

Professora Regina Kopke, presença luminosa na banca e dedicação e carinho na orientação deste projeto.

Professor Bruno Vieira pela atenção, gentileza, exemplo de pesquisador e pelas indicações de melhorias.

Meu exemplo de prodígio no ensino médio, Rosana Oliveira, motorista independente e mulher de sucesso.

Sou grato aos companheiros do GEPETICEM, ninho confortável deste projeto: Carol, Gisele, Marcio, Marcos, Felipe, Glorinha, Miguel, Soraia, Thiago, Vinicius, Thais, Ellen e João.

Agradeço a companhia e alegria contagiante dos colegas da turma 2014 do PPGEduc. Recordo os versos de João Cabral de Melo Neto: “Um galo sozinho não tece uma manhã: ele precisará sempre de outros galos.”

Carinho especial para: Viviane e Helder, nosso casal representante que distribui paz e serenidade com bom senso para resolver problemas; Flavia, coragem e alegria; Gê, minha companhia na inscrição; Kelly, doce mãe; Érica, exemplo de profissionalismo; Conceição, combatente amorosa; Juliana, alegria toda hora; Rosana, força de uma guerreira; Mariana, aplicação e tenacidade; Iná, determinação e praticidade; Tamara, dedicação e respeito; Isabel, alvidez; Gabriel, seriedade e compenetração; Jefferson e Amanda companheiros entre a seriedade e muitas risadas.

Muito grato à coordenação do PPGEduc, Professores José Santos e Célia Otranto.

A Daniele Fonseca, bibliotecária do Centro de Tecnologia- UFRJ, pela atenção e apoio.

A CAPES/OBEDUC, projeto beneficiado pela bolsa do programa 11.134, que favoreceu a compra de equipamento para esta pesquisa.

*Dizem que finjo ou minto
Tudo que escrevo. Não.
Eu simplesmente sinto
Com a imaginação.
Não uso o coração.*

Fernando Pessoa

RESUMO

BRAVO DE OLIVEIRA, G.W. 2016. 109 p. **Épura ao vídeo: desenvolvimento e uso de um aplicativo para o trabalho com geometria descritiva.** Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Instituto de Educação / Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

O processo de aprendizagem dos estudos introdutórios, do sistema projetivo ortogonal e de elementos constituintes (ponto, reta e plano), estudados em Geometria Descritiva por alunos do Ensino Médio de cursos de formação técnica, encontra dificuldade no desenvolvimento da visão espacial e da representação gráfica. Aprender a ver é uma possibilidade que é aberta nessa proposta para entendimento da formação das projeções e retomar a prática de observação. A visualização em três dimensões gera reconhecimento da imagem realizada. O desenvolvimento desse aprendizado não pode ser restrito ao estudo com base em apostilas programadas com formas ou gabarito de soluções. Esta é uma Pesquisa de Desenvolvimento que elaborou e aplicou um sistema de câmeras de segurança como auxílio na visualização. A inovação valorizou a construção de uma experiência de ensino que favoreça o aprendizado de forma colaborativa, e a interação com as possibilidades de montagem dos objetos a serem representados e sua representação gráfica. A proposta de investigar a prática da representação gráfica e as estratégias para desenvolvimento desta linguagem, foi realizada com estudantes de faixa etária entre 14 e 17 anos, do Ensino Médio em uma escola técnica estadual. A coleta de dados foi feita mediante diários do pesquisador, de atividades propostas nas aulas e de gravações provenientes de câmeras de segurança posicionadas para captar a imagem da épura. Resultados sublinham a importância de criação de um processo para a educação do olhar aplicado ao desenho técnico mediante uma prática que desenvolva o ato de observar. A integração com objetos e a geração de imagens com os aspectos principais do desenho projetivo. Favorecer o aprendizado dos conceitos de Geometria Descritiva e facilitar a visualização do sistema triédrico e o desenho das vistas ortográficas principais (vista frontal, superior e lateral) com o uso de estratégias didáticas variadas.

Palavras-chave: Sistema Projetivo; Vistas ortográficas; Visão Espacial, Ensino Técnico.

ABSTRACT

BRAVO DE OLIVEIRA, G.W. 2016. 109 p. **Épura Video: development and use of an application to work with descriptive geometry**. Dissertation (Master of Education, Contemporary Contexts and Popular Demand). Institute of Education / Multidisciplinary Institute, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

The learning process of introductory studies, the orthogonal projective system and constituent elements (point, line and plane), used in Geometry for high school students in technical training courses makes it difficult to develop spatial vision and graphic representation. Learning to see allows the student to understand the formation of projections and return to the practice of observation. Three-dimensional visualization produces recognition of the projected image. The development of this learning cannot be restricted to study based only on programmed handouts with forms or feedback solutions. This Design-Based Research developed and implemented a system of security cameras to aid in visualization. This innovation provided for the construction of an educational experience that fosters collaborative learning through interaction with three-dimensional models of the objects to be represented in graphic drawings. The proposal to investigate the practice of graphic representation and strategies for development of this graphic language was carried out with students, aged between 14 and 17 years, in high school at a state technical school. Data collection was done by the researcher in research logs, activities proposed in class and recordings from security cameras positioned to capture the image Épura. Results underline the importance of creating an educational process applied to technical drawing that develops the act of the careful observation and integration of objects and images with the main aspects of projective drawing. This enables the learning of the concepts of descriptive geometry and facilitates the visualization of the trihedral system and the design of the principal orthographic views (front, top and side) utilizing varied teaching strategies.

Keywords: Projective system; Orthographic views; Space Vision, Technical Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Determinação dos traços de um plano.	16
Figura 2 – Épura- rebatimento do plano vertical sobre o horizontal.....	19
Figura 3- Reprodução de ilustração utilizada em apostila.....	21
Figura 4 – Disposição das vistas ortográficas principais.....	26
Figura 5 – Projeção cilíndrica. O Sol (representando uma localização no infinito), fonte das projetantes paralelas.....	27
Figura 6- Projeção cônica. A lanterna (localização finita), centro das projetantes convergentes.	27
Figura 7- Perspectiva isométrica (cilíndrica ou paralela) da casa Citohan Mark II de Le Corbusier. As linhas do desenho são paralelas.....	28
Figura 8 - Perspectiva cônica (com dois pontos de fuga) da casa Citohan Mark II de Le Corbusier. As retas se encaminham para o ponto de fuga, desenho mais semelhante à nossa visão.	28
Figura 9 - Na reprodução da página do livro de Montenegro observamos a informação tratada de maneira lúdica.....	35
Figura 10 – Smartphone da empresa Xiaomi, primeiro a usar tecnologia holográfica, ainda não comercializado.....	43
Figura 11- Exame de ultrassom com tecnologia 3D e reprodução volumétrica do feto.....	44
Figura 12 – Desenho técnico de caixa de luz. Vistas frontal e lateral esquerda.	45
Figura 13- Foto de Caixa de Luz -Detalhe do Manual online da Tigre.....	45
Figura 14- Perspectiva isométrica (cilíndrica ou paralela) de armário de três portas. Detalhe de manual online da Tok&Stok.....	46
Figura 15- Perspectiva explodida para detalhamento da montagem do armário apresentado na figura 14. Detalhe de manual online da Tok&Stok.....	46
Figura 16- Modelos utilizados para exercício de esboço.	49
Figura 17 – Folha de atividade com malha ortogonal e isométrica.	50
Figura 18 - Caixas empregadas como modelo para o exercício da Figura 19.	51

Figura 19- Análise de composição volumétrica.....	51
Figura 20 - Referência à situação atribuída a Tales de Mileto para a resolução de um problema.	53
Figura 21 – Ploriferação de cores, formas e explosão de imagens. Adequação de modelos para as aulas.	56
Figura 22 – Modelos em madeira, empregados nas aulas tradicionais de desenho.	56
Figura 23- Teste habilidade específica, UFRJ, 2001.	57
Figura 24- Caixa de suco distribuída no lanche dos alunos.....	61
Figura 25- Exemplos de recursos para explicação do diedro e triedro.....	62
Figura 26 - Pontos de vista do observador para originar as seis vistas ortográficas possíveis. ...	63
Figura 27- Atividade da épura com cubo mágico.	64
Figura 28 – Reprodução da folha de atividade inicial de representação das vistas de um objeto no triedro de projeções.	65
Figura 29- Tipos de lente.	73
Figura 30 – Partes do aplicativo.	73
Figura 31 - Primeira montagem do sistema.	75
Figura 32- Referência dos tipos de projeção.	76
Figura 33- Apoio das câmeras com suporte de banners. Improvisação para suporte dos objetos para adequação da altura das câmeras.....	77
Figura 34 - Primeira montagem em sala de aula com improvisação do apoio para o objeto.	78
Figura 35 - Observação do modelo com fundo de isopor.	79
Figura 36- Atividade desenvolvida na aula retratada na figura 35.	80
Figura 37- Apoios menores com tubos metálicos e base de madeira. Planos de papelão revestido com EVA: plano horizontal (laranja); plano vertical (roxo) e plano de perfil (rosa).....	82
Figura 38- Folha de resposta da sessão	82
Figura 39 -Esboço das vistas ortográficas principais.	83
Figura 40- Vista superior, a altura dos ônibus não fica visível, projeção da reta vertical no plano horizontal.....	84

Figura 41- Reta vertical no primeiro diedro e sua Épura.	84
Figura 42- Exemplo de projeção de topo, redução de uma dimensão a um ponto.....	85
Figura 43- Reta de topo no primeiro diedro e sua Épura.	85
Figura 44 - Sistema montado na terceira aplicação.	86
Figura 45 – Representação das coordenadas do ponto no espaço.....	87
Figura 46 - Quadro de aula da rotina de 8 de junho de 2015.....	88
Figura 47- Quadro de 13 de junho de 2015- coordenadas do ponto.	89
Figura 48- Adaptação do dispositivo com as placas de poliestireno.....	90
Figura 49 – Aplicação da atividade com cubo mágico, identificação das faces projetadas e pintura da folha de atividade.	91
Figura 50- Folha de atividade com manipulação do cubo mágico em aula.....	91
Figura 51 – Registro da sessão na sala de aula com a utilização de projetor no lugar do monitor de vídeo.	92
Figura 52- Material impresso posições das retas no triedro de projeções.	93
Figura 53- Experimentação e identificação das posições das retas por um aluno.	94
Figura 54- Atividade de projeções de retas com auxílio do cubo com fitas de led.....	94
Figura 55- Interação com o aplicativo em sala de aula.	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resumo das etapas de aplicação do equipamento.	74
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ETEVM	Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá
DBR	<i>Design Based Research</i> – Pesquisa de Desenvolvimento
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
GEPETICEM	Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em Educação Matemática
GD	Geometria Descritiva
LEDEN LV	Laboratório de Ensino Leonardo da Vinci: desenho, linguagem visual e comunicação.
NBR	Norma Brasileira
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

PARA INICIAR A CONVERSA.....	15
INTRODUÇÃO.....	21
CAPÍTULO 1 O QUE FOI PENSADO ANTES, INÍCIO DO TRAJETO PARA UMA REVISÃO DE LITERATURA.	31
1.1 O ensino da geometria	32
1.2 A Geometria Descritiva	33
1.3 Estratégias e processos de abordagem para a visualização.....	36
1.4 Prática em sala de aula: interação e atração.	39
CAPÍTULO 2 EM CONSTRUÇÃO: A VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO.....	42
2.1 Visualização.....	52
2.2 Formas para se interagir.....	54
2.3 A visualização mediada	57
CAPÍTULO 3 CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA	67
3.1 Na trilha de uma Pesquisa de Desenvolvimento	67
3.2 O aplicativo na prática.....	71
3.3- A construção básica	72
3.3.1 O primeiro teste	75
3.3.2 Aprimoramento	77
3.4 Primeira aplicação	78
3.4.1 Primeira tarefa	79
3.4.2 Análise da primeira sessão	81
3.5 Segunda aplicação	81
3.6 Terceira aplicação.....	86
3.7 Quarta aplicação.....	89
CAPÍTULO 4 VISUALIZAR ALGUNS PONTOS PARA CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS	100
ANEXOS	104
Tabela 1: Etapas de elaboração do sistema	105
Tabela 2: Resumo com datas das etapas	108
Tabela 3: Custo de materiais empregados no projeto	109

PARA INICIAR A CONVERSA...

Existe convivência porque há a sensação de ser afetado e de afetar.

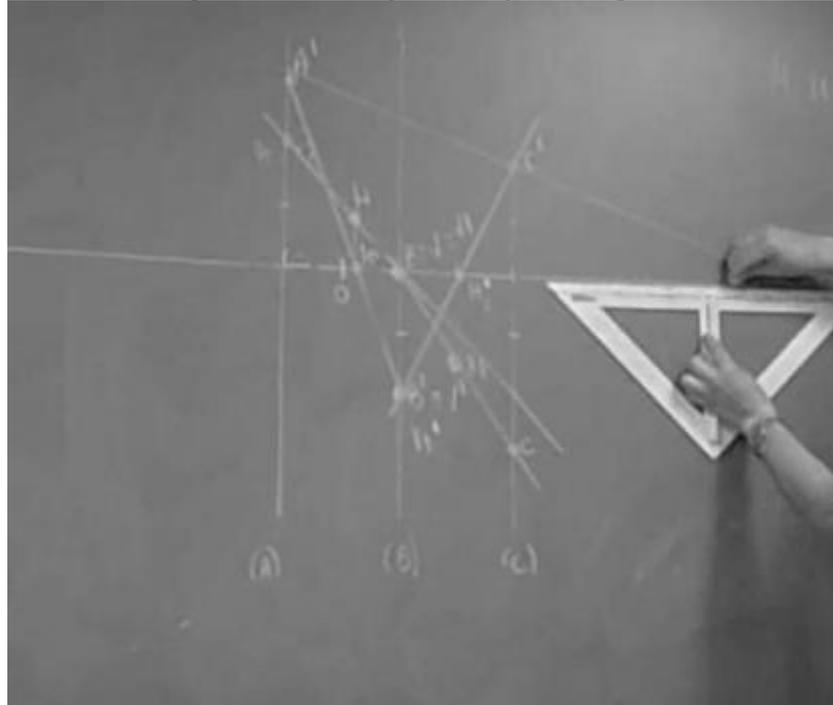
Carlos Skliar

O ensino de Geometria Descritiva (GD), por vezes, assume aspecto de ser uma disciplina complicada e com carácter seletivo. Muitas vezes os alunos na faculdade desistem da disciplina para fazer em outro período ou ficam retidos por reprovação. Com o objetivo de introduzir a representação gráfica de sólidos no espaço em figuras projetadas em planos, recorre-se aos sistemas de projeções ortogonais que, por meio de pontos e retas, formam figuras em um complicado desenho para quem nunca teve contato com essa disciplina, composto de linhas que formarão figuras projetadas.

Entender os desenhos utilizados na representação gráfica dos elementos da geometria, vai além da capacidade de uma pessoa que nunca teve contato com essa teoria. Quadros-negros com desenhos de épuras¹ realizados com uma única cor de giz. Quadros, como o apresentado na Figura 1, uma profusão de linhas indicando bidimensionalmente, o que estava acontecendo no espaço. Este foi o primeiro contato que tive com a disciplina na década de 1980. O professor, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ (FAU), assumia a postura de não ser um facilitador para o aprendizado porque, em seu entendimento, aquela matéria deveria ser uma barreira para que o aluno, interessado em prosseguir na escolha do curso, deveria transpor. O nível do ensino seria mantido pelo processo seletivo de reprovação e sem o interesse por um processo de formação.

¹ Épura palavra originária do Grego- *επουρος* /epouros/- que significa impelido por bons ventos; favorável (MALHADAS, 2007), ou seja, o plano vertical rebatido sobre o horizontal. O diedro é um espaço limitado por dois planos (vertical e horizontal), a planificação do diedro de projeções foi denominada de Épura por Gaspard Monge no século XVIII.

Figura 1- Determinação dos traços de um plano.



Fonte: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XC651DNLIZI>>. Acesso em: 20 maio 2015.

Foi difícil entrar naquele mundo de projeções, linhas cruzadas, letras e rebatimentos sem o apoio de um modelo tridimensional. Os alunos tinham que desenvolver à tão falada visão espacial por um processo difícil para alcançar a nota média que garantisse sua aprovação. Cada explicação era apenas uma variação sobre o mesmo tema e não contava com um apoio gestual que pudesse desenhar no ar as posições que aquelas retas assumiam. Reuníamos-nos em grupo para juntar os pedaços que cada um podia recolher. Montar um quebra-cabeça sem a foto de referência completa. Permaneciam na sala, após a aula, aqueles que não conseguiam fazer os exercícios no tempo estipulado sem o auxílio daqueles que completavam a tarefa, e acreditavam já fazer parte do seletivo grupo daquele professor.

Para meu alívio passei pelas provas com uma média de notas que, devido à aproximação decimal, fui aprovado. Entendi que, graças às trocas entre os colegas, consegui traduzir e dar sentido àqueles traços. A partir dali quis compreender melhor o que se passava.

Na fase seguinte, fui aluno de uma educadora que faz parte da referência deste trabalho. A prof.^a Dias (FAU-UFRJ), inseria elementos que, ligados ao conteúdo arquitetônico (telhados, escadas), conseguia visualizar os elementos projetados nos planos

abstratos. Ela fazia uma ligação entre o que existia além do seu conteúdo programático. Sair da abstração e partir para o concreto ou ver a abstração no concreto.

A aplicação da Geometria Descritiva, da maneira que era desenvolvida, não era empregada nas disciplinas de desenho de arquitetura. A praticidade em resolver a representação do objeto estudado passava pela construção de maquetes e desenhos feitos a partir da observação daqueles modelos. Por que não podiam ter apresentado isso antes, dessa maneira?

Em meu trajeto como profissional, visualizava a aplicação da GD de uma maneira tão imediata e prática, que ultrapassava as barreiras daquele ensino. Enquanto trabalhava como professor nas disciplinas de maquetes e desenho de arquitetura no Liceu de Artes e Ofícios, procurava resolver com os alunos os problemas de confecção dos sólidos com o apoio da representação gráfica. O resultado era um entendimento mais ágil e a evolução do desenho projetivo mais eficiente.

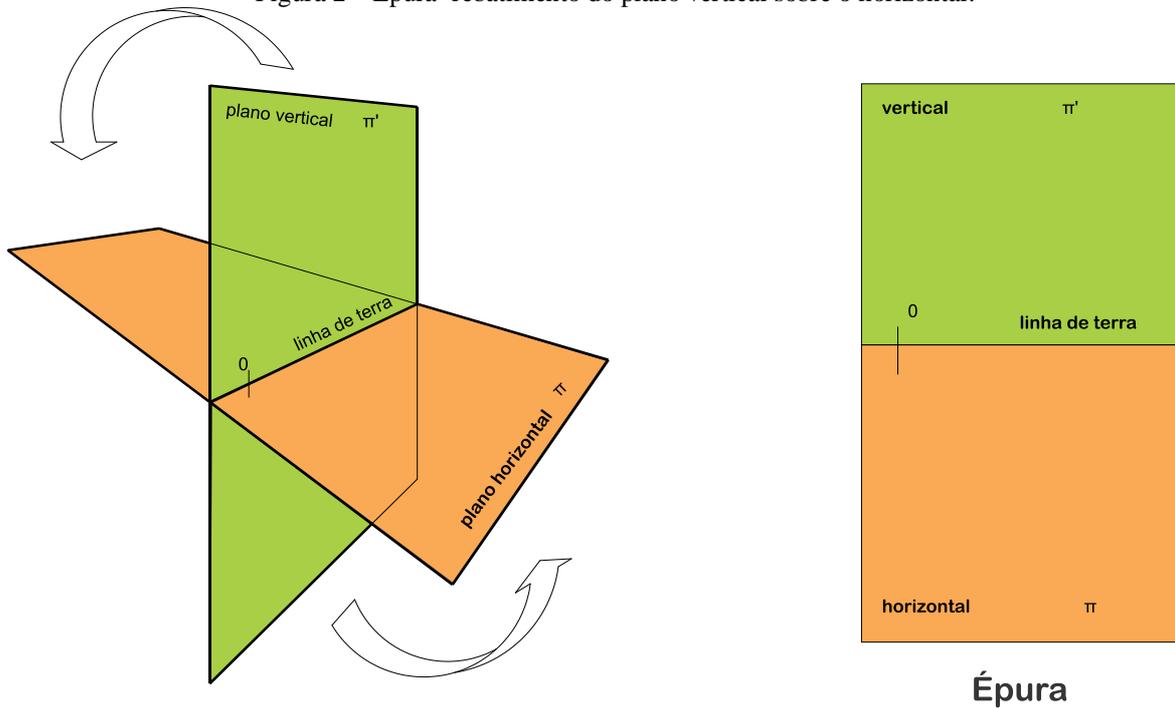
Quando comecei a lecionar na Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá (ETEVM), com o curso de técnico em eletrotécnica em 1998, foi que senti a dificuldade da programação do ensino. Recebi um programa da disciplina de Desenho Básico que constava uma parte grande dedicada ao desenho geométrico, seguido de geometria descritiva e aplicação em desenho técnico. Um conteúdo que recebi com a exigência de não alterar a ordem nem os conteúdos relacionados. Isso era um grande problema. Os alunos chegavam sem noção do que era geometria e muito menos como lidar com os instrumentos (esquadros, régua e compasso). O primeiro ano foi muito difícil. Listas de exercícios, propostas dos professores mais antigos com modelos e padrões do que precisava ser estabelecido. Os discentes cada vez mais perdidos, a sombra da reprovação rondando, a fama de alguns professores mais antigos que relacionavam notas baixas e reprovação como sinônimo de eficiência. No ano seguinte reformulei meu projeto para as aulas e tentava “burlar” as normativas para conseguir fazer práticas com geometria mais ligadas ao que pudesse ser observado, e lançar aquelas práticas como itens do programa cumprido.

Em 2007, com a professora Izar (UERJ), apresentei² o trabalho “Visão e Vistas” com as práticas que foram desenvolvidas na ETEVM. O título foi derivado da observação dos estudantes que denominavam de visão as vistas ortográficas. As práticas aplicadas em sala de aula fizeram uma ponte entre a GD e o desenho técnico, sendo este específico para os cursos de formação profissional de Mecânica, Eletromecânica, Eletrônica e Eletrotécnica. A proposta era apresentar que, pela observação de objetos cotidianos, era possível alcançar os elementos básicos (ponto, reta e plano), nos planos de projeção horizontal e vertical. A primeira ideia foi observar o que eles tinham à mão, a caixa de suco distribuída no lanche. Entender que o objeto era um prisma de base retangular formado por planos, arestas e vértices. Elucidar como se dá a projeção cônica, observando a sombra provocada por uma fonte de luz pontual – projeção cônica – na qual há deformação entre a dimensão do objeto e de sua sombra. Observar que a sombra projetada pelo sol, que pela distância e pela refração da atmosfera, os raios de luz paralelos projetam o objeto no plano sem alteração das dimensões se o plano estiver perpendicular aos raios projetantes. Conceituar a projeção cilíndrica ortogonal empregada no desenho técnico, com a observação dos objetos cotidianos e as sombras geradas antes de passar para o desenho no papel. Não precisávamos, nem tínhamos tempo disponível para desenvolver uma prática exaustiva em GD, mas ajuizar a origem das vistas ortográficas principais. Entender os conceitos de projeção, de rebatimento dos planos e o que era a Épura, esquematizado na Figura 2. Então, com poucos recursos, uma folha dobrada destacando o que era a linha de terra, a parte que estava em pé girando como uma porta pela dobradiça era rebatida sobre o plano horizontal. Sentia assumir o papel poético de Gaspard Monge³ quando escolheu esse nome para denominar o que não entendia nas aulas da FAU.

² IZAR, S.B. OLIVEIRA, G.W.B. Visão e Vistas, I Seminário Pesquisas e Práticas Pedagógicas – Linguagem Visual e Educação Básica I SEMINÁRIO LEDEN, 2007. *Anais*. Rio de Janeiro: LEDEN, 2007. 1 CD-ROOM

³ Gaspard Monge (1746-1818) professor de matemática criador da Geometria Descritiva. Em 1795 ministrou um curso com treze lições que foi publicado em 1799 sob o título *Traité de Géométrie Descriptive, leçons données aux Ecoles normales* (GANI,2004)

Figura 2 – Épura- rebatimento do plano vertical sobre o horizontal.



Fonte: Desenho do autor.

Objetos, fotos, experiências com lanternas e com o sol, falta de tecnologia informática, fazer o que era possível com o que estava ao nosso alcance. Daquele trabalho nasce a ideia desta pesquisa. Como assumir o ponto de vista do observador e enxergar o que ele está vendo? Utilizar imagens, mas não apenas fotos. Imagens geradas de objetos que pudessem ser manipuladas em tempo real e ter uma referência do que poderia ser a projeção ou um aspecto de vista ortográfica. Desenvolver um aplicativo⁴ que fizesse uma ponte entre a visão do aluno com a do professor, para estudar os conceitos de geometria descritiva.

Assim encontrei, tempos depois, o sentido da profissão de professor. Desenvolver o aprendizado que não é unilateral, mas favorece também a quem ensina uma nova oportunidade de aprender. Que não precisa ser apenas de conteúdo, mas da forma de abordagem, de uma maneira nova de expor seu trabalho e de se comunicar com os alunos.

⁴ As palavras: *aplicativo, sistema de câmeras, equipamento, dispositivo, mecanismo e aparelho* serão empregadas como sinônimos para designar o conjunto formado por mini câmeras de segurança, aparelho gravador de imagens, suportes e planos de projeção.

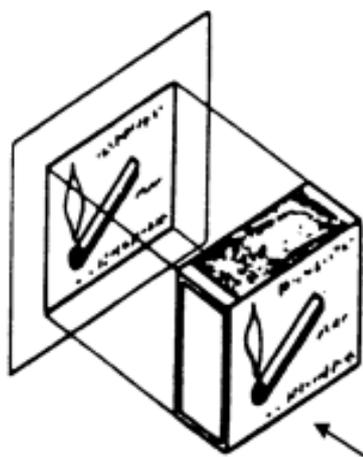
Afetar, alterar o sentimento do outro, para reconhecer o valor de um conhecimento específico. De provocar o interesse por uma disciplina obrigatória no curso de formação. Da capacidade de ser afetado pela força que o estudante tem, pelo vigor de uma pergunta de uma criança e seus intermináveis porquês. Valorizar a experiência que cada um traz por menor que seja, mas o olhar diferente e renovador que traz nova cor ao ensino.

INTRODUÇÃO

*O desenvolvimento está para a aprendizagem
como a sombra para o objeto que a projeta.
Vigotski⁵*

O processo de aprendizagem de GD, pelos alunos do ensino médio dos cursos de formação técnica da ETEVM, enfrenta uma barreira entre o pensamento abstrato – visualização - e a representação gráfica no papel. A pressa em desenvolver a representação de peças com as vistas ortográficas, cria um atalho que não favorece a compreensão dos elementos que compõe cada sólido estudado. Ao aluno é dado um volume de desenhos com variações que não ajuda o entendimento de novas situações. Uma peça prismática, como uma caixa de fósforos, exemplo clássico de uma apostila do SENAI, vem junto com um gabarito de suas vistas. Não é incentivada a exploração e os modos de representação do objeto.

Figura 3- Reprodução de ilustração utilizada em apostila.



Reparemos, na figura abaixo, as projeções verticais ou elevações das peças. Elas são as vistas de frente das peças para o observador na posição indicada.

Fonte: Disponível em: < http://www.ufsj.edu.br/porta12-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

⁵ Adotaremos a grafia *Vigotski*, mas preservaremos a maneira adotada pela fonte original quando se tratar de uma citação. Observamos diferentes formas de grafia como: Vigotski, Vygotsky, Vigotskii, Vygotski, Vigotsky. No site: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/v/vigotski.htm>> está registrado: “Lev Semiónovich Vygotsky, Vigotski o Vygotsky; Orsha, 1896 - Moscú, 1934.” Acesso em: 20 jan.2016.

Os estudos introdutórios de GD e Desenho Técnico, baseados em material impresso, têm em sua literatura referências como Pinheiro (1971), Príncipe Junior (1983), Bachman e Forberg (1977), Vollmer (1982), Speck e Peixoto (1997), Ferreira e Miceli (2001). Com as limitações dadas pela impressão, estas publicações primam pelo estudo da projeção dos pontos e das posições das retas na épura por meio de desenhos e gráficos bidimensionais. O material ilustrativo é precário, pois não conta com apoio de fotos de objetos, de experimentos ou sugestões de práticas que desenvolvam a experiência de aprender a olhar. Quando o conteúdo é oferecido em *sites*⁶ encontramos apresentações com recursos de visualização de programas que geram imagens em três dimensões, há preocupação em aproximar a imagem do real a ser observado. Nos desenhos observamos há uma distância maior entre as referências e a criação da imagem mental.

Nossa preocupação quanto ao desenvolvimento da visão espacial, dos conceitos e situações de GD, é de ter a possibilidade de facilitar esse raciocínio por um processo facilitado por observações de objetos que possam ser manipulados antes de estudos teóricos. Não desvincular o ponto de chegada, as vistas com a partida, os elementos de projeção.

Fazer o caminho da observação, visualização e a representação gráfica encontrada em manuais técnicos ou projetos, passou a ser uma prática da sala de aula, que não acompanha a interação que os jovens “demostram ter” com a tecnologia utilizada na construção de aplicativos e jogos que simulam o aspecto tridimensional.

Há deficiência na base em geometria dos alunos que ingressam no ensino médio técnico da rede pública. Muitas vezes sofrem com um volume de exercícios que não têm nenhuma ligação com uma situação em que pudesse haver o reconhecimento da construção gráfica. Há professores que procuram apoiar a teoria com experiências e vivências para observação, ainda com uma visão mais analítica do que experimental. Pouco uso de instrumentos de desenho para a prática e pouco incentivo a observação e experimentação de

6 Disponível em <<http://www.eba.ufrj.br/gd/epura.htm>>. Acesso em: 13 set. 2016. Disponível em <http://det.ufc.br/desenho/?page_id=144> Acesso em: 13 set. 2016. Disponível em <<http://www.boscodantas.com/professor/disciplina-geometria-descritiva/>> . Acesso em: 13 set.2016.

técnicas geométricas. Essa falta de prática e resolução de exercícios dificulta a passagem para o raciocínio abstrato da representação, dos elementos básicos e sua respectiva visualização de situações tridimensionais para o plano. A experiência de observar ao redor, as situações a que estamos expostos diariamente para assim, construir imagens.

Experiência, experimento e vivência, três palavras muito parecidas que podem nos confundir. “Se o experimento é repetível, a experiência é irrepitível, sempre há algo como a primeira vez” (LARROSA, 2002, p.28). A prática em sala de aula como um fato em si, supostamente pode ser boa e ajudar, mas o que Larrosa (2002) nos ajuda entender é que a experiência não pode ser confundida com experimento. De empregar um aparato tecnológico, não pela sua tecnologia, mas pelo que pode ser favorecido ou transformado nos aprendizes. Oferecer a experiência e deixar que os alunos sejam protagonistas e também construtores do conhecimento. A experiência é um ato não passivo de acolher o que nos é oferecido, atitude de se deixar levar. E destaca também que “a informação não é experiência” (LARROSA, 2002 p.21), não se caracteriza por um processo que acumula conteúdo ou visa apenas uma aplicação da teoria na prática. Aquilo que passa, cria significado e é guardado em nossa memória para diversas associações com a teoria, com a prática. Larrosa alerta também, da raridade que isso acontece pela falta de tempo e a preocupação/ necessidade em acumular conhecimento, dando lugar a “vivência instantânea, pontual e fragmentada” (LARROSA, 2002 P.23). Tudo provoca o sujeito da vivência pontual, mas nada fica para uma reflexão, o prazer pelo instantâneo.

Morin (2011a) emprega o conceito de complexidade para justificar os caminhos que o conhecimento deve tomar. “*Complexus* significa o que foi tecido junto” (2011a, p. 36). Queremos dizer que não há como separar ao treinar a observação. O destaque ou o estudo por partes não dá conta da integração, da totalidade que tem o conjunto, uma prática que favorecesse o entendimento do geral para o específico. Partimos daqui para desenvolver uma prática, um instrumento de mediação entre a linguagem gráfica e a visualização. Como podemos passar uma ideia de representação se a imagem não for construída junto, ao lado de quem observa?

O pensamento abstrato é construído somente a partir da observação de traçados, linhas e pontos? O conceito de reta pode ser construído ao observar as arestas de uma caixa ou o alinhamento entre duas mesas, mais produtivo do que simplesmente fazer pensar em um

conjunto de pontos infinitos. Isto poderá ter mais sentido do que desenhos com riscos ou perspectivas que aludem ter três dimensões.

Assim como Montenegro (2002) escreve-desenha, queremos aplicar essa pesquisa como forma de inclusão. De empregar um aparato tecnológico, mas não pela sua tecnologia, mas pelo que pode ser favorecido ou transformado nos aprendizes. Trazer vivência e deixar que os alunos sejam protagonistas e também construtores do conhecimento.

Dos trabalhos levantados, podemos recolher ideias que envolvem uma prática para a base dos conceitos abstratos. Danusa Gani (UFRJ, 2004) traz à nossa discussão que a origem da sistematização da GD por Monge partia da observação que iria gerar os traçados da representação. Esta ligação foi aos poucos perdida por uma atração à racionalização e de uma matematização excessiva. A busca da geometria pela geometria e não a serviço da necessidade de uma forma de expressão.

Montenegro (2002) é nossa fonte de inspiração, pela linguagem e maneira de abordagem. É um ponto de partida para a reflexão de como aproximar-se da linguagem dos jovens alunos. Empregando elementos que possam explicar e ajudar a construir uma imagem agradável e que estimule a criação. O papel que o professor pode assumir na construção da linguagem, no sentido que encontramos em Skliar (2014), que por entender que somos fragmentos e nossa totalidade nunca é alcançada, mas completada por fragmentos de outrem, indo ao encontro do ideal de Freire (2004), ao afirmar que somos incompletos.

Apesar de encontrarmos nesses trabalhos muitas referências à Epistemologia Genética, optamos em adotar os conceitos de sócio-interacionismo e o desenvolvimento da prática pelas trocas de experiência e da dinâmica do ambiente escolar. Recorreremos a Vigotski (2008), para fundamentar o papel do professor como facilitador das práticas oferecidas e discutir o papel de mediador e dos elementos mediante que o próprio equipamento pode oferecer.

A interação com peças e sólidos para observação, ajudaria a criar o processo de visualização nesta proposta de aplicação de um sistema que emprega um circuito de câmeras utilizadas em sistemas de segurança. A observação e o registro em vídeo de um sistema de projeção no primeiro diedro. Em nossa proposta, além do emprego de modelos em escala reduzida, queremos utilizar experiências com objetos relacionados com o corpo em escala

natural. Examinar os procedimentos do ambiente de trabalho em sala de aula, com a mediação das imagens geradas e as características do trabalho colaborativo e investigativo. Para tal, anunciamos os seguintes objetivos da inovação:

- Desenvolver e implementar – com estudantes do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual – um dispositivo empregando câmeras de segurança que possibilite a interação com objetos e a geração de imagens com as três vistas principais do desenho projetivo (vista frontal, superior e lateral).

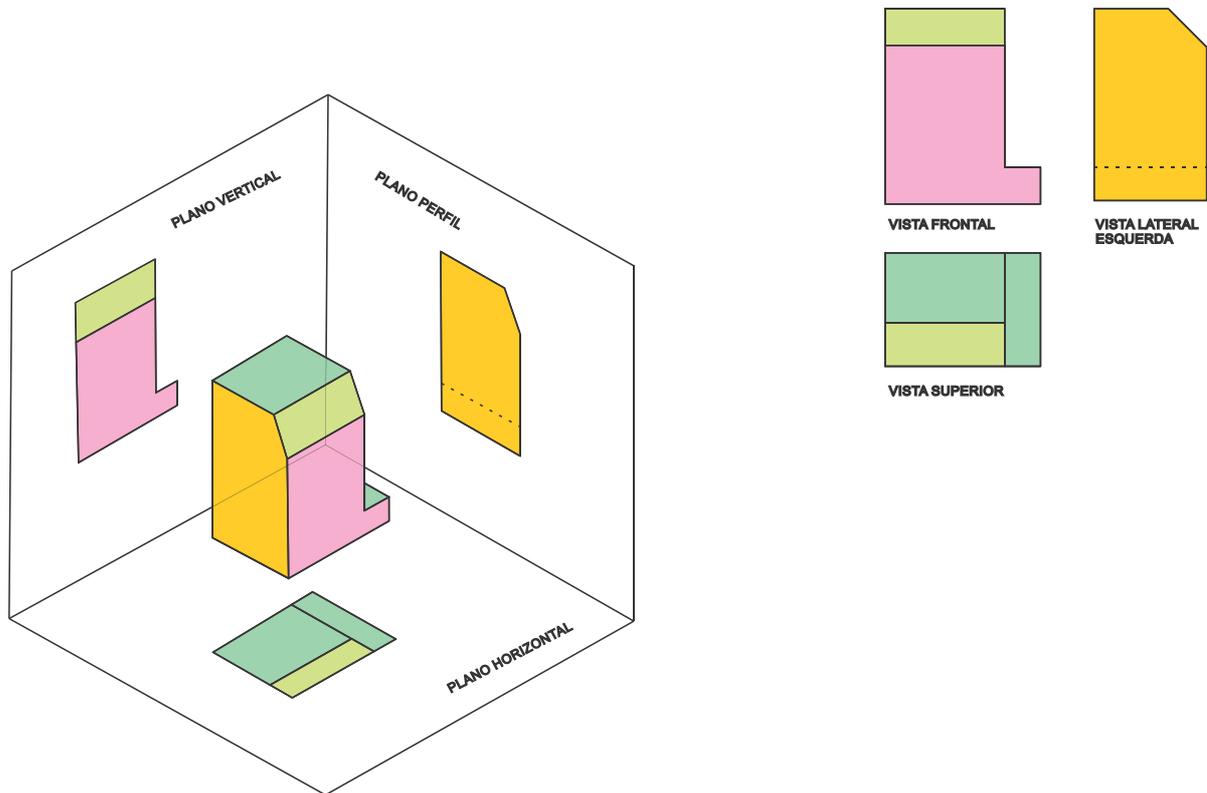
Especificamente, a pesquisa se propõe a:

- Identificar as implicações na visualização e a construção da visão espacial com a inclusão do aluno na observação, em um processo de aprendizagem para introdução à GD a partir de uma experiência visual com um sistema projetivo dinâmico que possibilite alterações no conjunto que é observado.
- Analisar a construção dos conceitos de projeção, observar os elementos básicos de GD (ponto, reta e plano), por meio de problemas com sólidos geométricos e peças aplicadas ao ensino técnico.
- Verificar as formas de observação e desenvolvimento da visualização espacial das projeções de maquetes de elementos básicos de projeção.

Para cumprir estes objetivos começamos a explorar as características das câmeras que serão empregadas, seus posicionamentos e que tipos de objetos serão estudados. Por se tratar de uma Pesquisa de Desenvolvimento algumas características do sistema serão adaptadas ou criadas no decorrer de sua aplicação. Nossa contribuição ao aprendizado e a elaboração da visão espacial vem ao encontro de uma prática que favoreça o protagonismo e à investigação dos envolvidos na prática. Com a característica de novidade sendo aguardada por todos, alunos e professor testando e verificando as possibilidades de erro e acerto. Testar as melhores maneiras de abordar conteúdos da GD.

Neste estudo seguiremos a nomenclatura da NBR10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico da ABNT, para denominar o espaço de primeiro triedro limitado pelos três planos de projeção principais (Horizontal, Vertical e Perfil) empregados no mecanismo desenvolvido.

Figura 4 – Disposição das vistas ortográficas principais.



Fonte: Desenho do autor baseado na ilustração da NBR 10067.

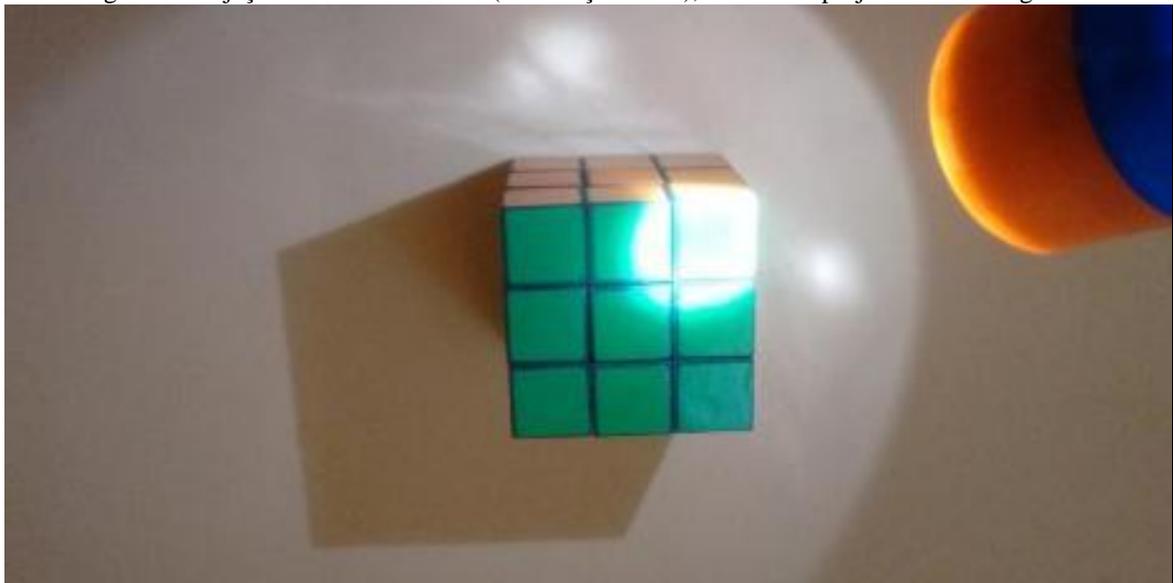
Para elucidar a respeito do tipo de projeção empregada no sistema da GD (projeção cilíndrica), e a imagem gerada pelas câmeras próximas ao aspecto de nossa visão (projeção cônica), recorreremos a duas imagens das sombras projetadas. De acordo com Montenegro (2002) “[...] projeção cônica, central ou polar e é usado na perspectiva geométrica.” (p.10) e “projeção cilíndrica quando a imagem foi obtida considerando um feixe de raios paralelos (na linguagem matemática: os raios são “retas projetantes de centro no infinito”)” (p.12). Na Figura 5 podemos observar o paralelismo nos limites da sombra derivada de uma fonte de centro infinito. Na Figura 6, a sombra tem o lado do cubo alterado pelas retas projetantes, divergentes de centro finito, a partir do centro da lâmpada.

Figura 5 – Projeção cilíndrica. O Sol (representando uma localização no infinito), fonte das projetantes paralelas.



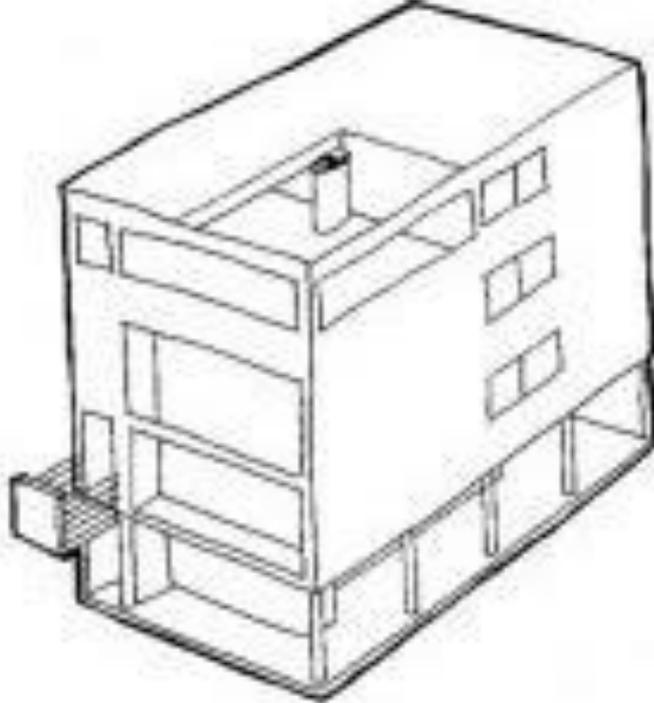
Fonte: Foto do autor.

Figura 6- Projeção cônica. A lanterna (localização finita), centro das projetantes convergentes.



Fonte: Foto do autor.

Figura 7- Perspectiva isométrica (cilíndrica ou paralela) da casa Citrohan Mark II de Le Corbusier. As linhas do desenho são paralelas.



Fonte: Desenho de Hilton Berredo. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3921>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

Figura 8 - Perspectiva cônica (com dois pontos de fuga) da casa Citrohan Mark II de Le Corbusier. As retas se encaminham para o ponto de fuga, desenho mais semelhante à nossa visão.



Fonte: Desenho de Hilton Berredo. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3921>>. Acesso em 10 jan.2016.

Este texto foi organizado da seguinte forma. No primeiro capítulo selecionamos pesquisadores que trabalharam o mesmo tema ou em situações semelhantes, para orientar nossa trajetória. Pesquisadores que, inconformados com a situação de uma teoria sem observação na prática, favoreceram e escolheram experiências que trouxessem sentido e conferisse concretude ao pensamento abstrato de imaginar projeções de objetos. Nesta revisão consideramos que, o que foi discutido guia a escolha do que será apresentado no capítulo seguinte.

No capítulo dois destacamos autores para embasar essa viagem sobre a visualização. Das propostas que conhecemos para elaborar estratégias do estudo sobre o raciocínio espacial. Base para um trabalho que, em nosso caso, é aplicado a jovens adolescentes inquietos e questionadores, buscando algum sentido para os itens de um programa de conteúdos que parecem não fazer sentido em aprender. Procuramos também subsídio para transformar uma aula em um processo de aprendizado e troca de significados, entre aquele que favorece a prática e os alunos, de forma que a distância entre quem ensina e quem aprende diminua e possa ser anulada, e tenham seus papéis invertidos em um processo de co-criação. De que maneira outra pessoa pode inferir no que eu estou vendo ou devo observar.

A maneira de como a investigação é efetivada é apresentada no capítulo três: uma pesquisa de desenvolvimento ou *Design-Based Research* (DBR). Adotamos uma orientação metodológica que o trabalho não restringisse as possibilidades que pudessem surgir no decorrer do caminho na construção do aplicativo e na reflexão cíclica dos resultados.

No capítulo quatro apresentamos o que observamos de nossa construção até o momento da impressão desta versão, como foi montado o sistema e os primeiros contatos dos alunos com o equipamento será apresentado no capítulo quatro, preparando para a visualização de algumas conclusões e novas proposições para a continuidade do estudo. Apresentaremos após esse capítulo as referências bibliográficas e os anexos com registros do caderno de campo e os valores de aquisição do equipamento.

Como resultados, a pesquisa sublinha que o desenvolvimento da visão espacial depende de um processo de experimentação: a manipulação de objetos e observação de suas características; a medição para introjetar a noção de dimensionamento; o desenvolvimento de uma forma de expressão para que a teoria seja uma consequência da observação e fundamento

para a execução de exercícios. A associação com os recursos digitais, em nosso caso, as câmeras de segurança e o conjunto de gravador e monitor, enriquece e estimula as sessões de experiências.

CAPÍTULO 1 O QUE FOI PENSADO ANTES, INÍCIO DO TRAJETO PARA UMA REVISÃO DE LITERATURA.

*O permanente nunca há de explicar o devir.
Gaston Bachelard*

A prática da sala de aula tradicional distancia o professor da análise de como se dá o desenvolvimento da aprendizagem. O ambiente escolar está delimitado por metas e objetivos que, por muitas vezes, atrapalha o relacionamento entre os participantes deste local chamado escola e sucumbe com o espaço para a reflexão. Voltar o olhar para um processo em Educação é um privilégio para aquele que está atuando na área e que pretende dedicar tempo para pensar quais são as maneiras para melhorar o desempenho dos alunos e dinamizar a rotina da sala de aula.

Olhar o que acontece a nossa volta, perceber o que está acontecendo, faz parte de uma maneira de ver para aquele que deseja ser um educador. Facilitar o desenvolvimento de um processo, não para simplificar o entendimento, mas para ajudar o outro a desenvolver seu próprio mecanismo para observação. Assim, iniciamos nossa procura por pesquisadores que se dedicam a escrever sobre um tema que tem como fundamento a visualização ou a capacidade de imaginar como se representará um objeto. Profissionais que vivenciam a necessidade do desenho como forma de expressão e resolução de problemas que envolvem muitas áreas de conhecimento. Como ensinar a outra pessoa a observar? Escolher recursos para se fazer entender e compreender a representação.

Situar a pesquisa na comunidade que pensa a representação e sua importância para o ensino da visualidade. Em um mundo extremamente visual, precisamos educar nosso olhar para entender melhor o que pode ser transmitido pelas imagens. Nesse caso, o foco deste trabalho é alcançar uma clareza sobre a representação para o desenho técnico, com recursos que visam à produção de peças e equipamentos voltados para a indústria.

Nosso público são os estudantes de primeiro ano do Ensino Médio de cursos profissionalizantes industriais de uma escola pública da rede estadual. Com este recorte, queremos buscar soluções e chegar a um mecanismo de baixo custo que não dependa de equipamentos individuais para acompanhamento, e não necessitem de verba da Direção da

escola para sua manutenção. Outro ponto importante é termos em mente que são jovens na faixa de 14 a 17 anos de idade e que vivem cotidianamente impregnados de recursos e formas visuais variadas.

1.1 O ensino da geometria

Silva, C. (2006) estuda em sua dissertação como é tratado o estudo de desenho e sua inserção no currículo da escola de ensino fundamental. Reflete sobre o declínio do ensino e a submissão à classificação dos alunos por meio de testes e provas, não levando em conta a aprimoramento da reflexão.

Torna-se evidente que a educação, para que produza efeito intelectual, precisa estar relacionada com o cultivo da reflexão, o que implica substituir métodos de pensar mais livres por outros mais restritos, sempre que possível. (SILVA, C. 2006 p.31).

Com essa crítica constatamos a situação encontrada em muitas escolas: falta de colaboração com os professores; cobrança de metas com referência às notas; aplicação de um programa disciplinar que visa à elaboração dos testes externos.

A prática favorecida pelos traçados e a evolução do aprendizado dos alunos é destacada pelo autor. “Desempenhando a Geometria, papel tão importante no aprimoramento do raciocínio lógico matemático e do de outras disciplinas, bem como a reflexão, da abstração e do espírito crítico, [...]” (SILVA, C. 2006, p. 40).

Nesse trabalho encontramos a defesa pelo ensino da geometria como prática. O autor não se dedica a nenhuma prática específica para aplicação em sala de aula, mas registra os conceitos e o panorama que a disciplina pode favorecer para o estudante.

Observamos que a dificuldade encontrada, como a falta de base em desenho geométrico, pouca habilidade no manuseio dos instrumentos de desenho, é devida a desvalorização que vem sofrendo o desenho nas séries do ensino fundamental. Mesmo considerando a importância dos programas para computador e aplicativos para *tablets*, entendemos que essa prática inicial de geometria favorece o desenvolvimento da linguagem gráfica e o reconhecimento da representação.

1.2 A Geometria Descritiva

Apesar de o artigo de Marconi e Dias (2014), ter como núcleo as escolas de ensino superior, encontramos nele suporte para alguns conceitos que a disciplina em questão em nosso trabalho precisa. Os recursos computacionais podem favorecer mais liberdade na criação das formas no que concerne ao detalhamento, cálculo e visualização da forma final. O resultado do projeto de arquitetura sofre influência desses meios de elaboração da forma, mas a base que os autores destacam é o suporte que o desenho geométrico e a geometria descritiva podem instrumentalizar os arquitetos. Seja qual for a forma de finalização ou elaboração o projetista deve ter a visão espacial otimizada pelos exercícios gráficos, sublinham os estudiosos.

Encontramos aqui a indicação do estudo de Gani (2004), que aponta para a abstração no ensino de GD, distante dos estudos sistematizados por Gaspard Monge, com objetivo de representar o que se visualizava. A abordagem de fazer o aluno enxergar a posição que uma reta assume no espaço, por exemplo, e sua expressão gráfica sem referências a algo concreto que se possa ver sem imaginar antes, não condiz com um processo que nasce da observação e vai para a representação. A formação da visão espacial é um processo que pode ser desenvolvido com auxílio de um modelo físico ou por uma maquete virtual. Os objetos, com os efeitos computacionais ou pela manipulação, podem ser reparados e, como elementos mediadores, criar elos na interpretação para a representação gráfica.

Gani (2004 e 2013), trata da peculiaridade do pensamento de Monge e, em um artigo apresentado ao Graphica 2005⁷, descreve que o sistematizador da geometria descritiva não queria desvincular o pensamento, a representação no plano da espacialidade do objeto representado. Elucida como se dão os mecanismos de projeção dos sólidos no plano e “a favor da descrição da geometria e de sua representação.” (GANI, 2013, p. 142). Ainda, destaca: “[...] a disciplina ensinada por Monge tem o duplo propósito de fazer conhecer as

⁷ GRAPHICA é um evento bianual organizado pela Associação Brasileira de Expressão Gráfica- ABEG. “A principal missão da série de encontros promovidos pela ABEG tem sido a de estimular o intercâmbio de ideias, a reflexão e a discussão sobre questões de interesse da área gráfica” Disponível em: <www.graphica.org.br>. Acesso em: 01set.2015

propriedades geométricas dos elementos e resolver os problemas da representação gráfica destes.”. Para nós, é muito importante esta observação porque, ao invés de ficarmos preso aos desenhos de épuras como o principal elemento, mudamos o foco para o objeto que precisa ser representado, ter uma imagem que comunique o que ele é, seja um documento que registre seus planos, ângulos e dimensões.

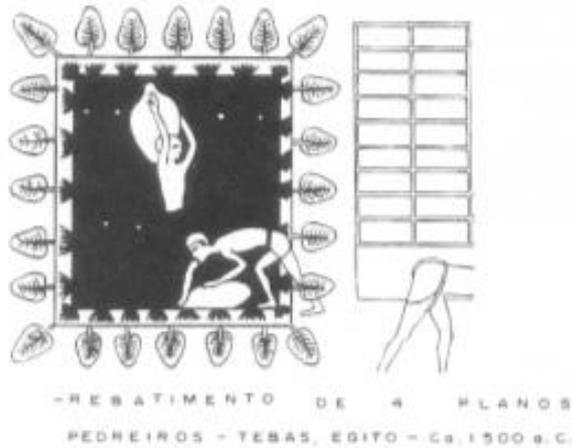
Para concluir essa maneira de tratar o ensino da GD, escolhemos o professor Montenegro⁸, destacado por Kopke (2001), em seu artigo, como um pensador que transmite os ensinamentos com prazer pelo que faz, sendo um grande mediador nesse processo. Montenegro (2002), escreve o livro *Geometria Descritiva*, fruto de sua prática e interesse em facilitar um caminho para desenvolver a visão espacial e a representação gráfica. Este arquiteto, professor, tem uma maneira peculiar de tratar esse assunto que é tão temido nas salas de aula. O livro tem uma paginação inusitada, cheio de desenhos, caricaturas e blocos de parágrafos que tiram a sisudez do texto. A forma de abordar a Geometria tem o ritmo de uma conversa de sala de aula, o leitor é convidado a investigar e vai compondo um conjunto de imagens para associar aos conceitos introduzidos no livro. A reprodução da página do livro de Montenegro (2002), por exemplo, Figura 9, explica o rebatimento das figuras empregado nos desenhos egípcios. Além de explicar com o texto, o autor se apropria de elementos como a caricatura e a perspectiva cônica para abordar a situação. A linguagem empregada facilita o entendimento de que maneira as árvores e os homens foram desenhados há 1500 AC.

Em nenhum momento o conteúdo é simplificado, mas a forma de abordagem do tema, contextualizando seus exemplos de forma compreensível, além de utilizar imagens que unem o senso comum e o saber científico. Este é o ponto que desejamos chegar. Enxergar a totalidade do problema e discutir sobre a maneira que cada um vê, o que observar e compartilhar sua visão com o grupo.

⁸ Gildo Montenegro, arquiteto, Professor da Universidade Federal de Pernambuco e autor de vários livros técnicos editados pela Editora Edgard Blücher, São Paulo.

Figura 9 - Na reprodução da página do livro de Montenegro observamos a informação tratada de maneira lúdica.

24 *G e o m e t r i a D e s c r i t i v a*



Um outro desenho, feito em Tebas, Egito, cerca de 1.500 anos A.C., mostra claramente o conceito de rebatimento. À direita, um pedreiro prepara argamassa, logo abaixo de uma parede de tijolos. Dois homens, à esquerda, recolhem a água barrenta de um poço quadrado ladeado de árvores. Estas árvores estão rebatidas sobre o chão, como mostra a perspectiva — uma interpretação da gravura em perspectiva cônica.



1.3 Estratégias e processos de abordagem para a visualização

Na procura de trabalhos que orientaram sua pesquisa com práticas e procedimentos para ensinar a Geometria, encontramos Miskulin (1999), Kopke (2001) e Moniz (2013). Elas desenvolvem seus trabalhos procurando quebrar a imagem rígida que o estudo da geometria traz. A elaboração de uma estratégia para o desenvolvimento do pensamento tridimensional e as maneiras de representar.

Miskulin (1999) detalha as maneiras de ver e observar com objetos para chegar à representação deles em esboço e posteriormente no ambiente computacional. O nosso interesse foi despertado a partir do desenho de observação e da construção de maquetes para aplicação no LOGO software. Mesmo sendo um trabalho com foco em informática, a autora não despreza as técnicas de desenho manual, dá importância à maneira de observar e como construir uma imagem do que se está desenhando.

Aproveitamos sua contribuição para o processo de análise do acompanhamento da visualização e desenvolvimento do sentimento de reprodução espacial pelos alunos, queremos destacar o trabalho colaborativo e a observação entre os pares. O ambiente que se estabelece na sala de aula é importante a medida de que este é capaz de suprir a lacuna de comunicação que pode existir entre o professor, que tem um encontro semanal com o grupo, e o tempo de convivência que a turma estabelece entre seus pares.

Kopke (2001) apresenta uma proposta de se estudar os conceitos básicos da projeção dos elementos de GD pela observação de sólidos e suas representações. As atividades têm como público alunos do ensino superior, e o foco da sua pesquisa é o desenvolvimento da visão espacial. Esse trabalho é uma referência para que a prática desenvolvida em sala de aula comece a partir do concreto para o abstrato. Proporciona ao aluno a criação de um vocabulário espacial com elementos que possa observar em outras situações. Além disso, a autora propõe a apresentação dos resultados por meio de portfólio com liberdade de linguagem e editoração, contribuindo para quebrar a rigidez da representação em GD. Powell e Bairral (2006) aborda o emprego de estratégias que utilizam a escrita como avaliação e organização do pensamento matemático. Os autores apresentam alguns modelos: escrita livre; diários de aprendizagem; diários de pesquisa; relatórios de entrada múltipla e portfólios. Os portfólios ou porta-folhas é composto por um anotações e imagens, e podem ser feitos de

forma tradicional com papel ou em meio eletrônico. A vantagem do uso do portfólio é de apresentar um conjunto de informações de forma diferente da pesquisa tradicional. “No portfólio podem constar anotações, provas, recortes de jornais [...] informações importantes para evidenciar o processo de aprendizagem discente.” (POWELL e BAIRRAL, 2006 p.84).

Em “Visualização espacial na perspectiva da Epistemologia Genética”, Moniz (2013) trata do ensino de Geometria Descritiva para alunos do ensino médio de um curso para formação de técnicos em edificações. Sua proposta é de inverter a ordem clássica dos programas de Geometria Descritiva. Começar pelo desenho da projeção de sólidos na *épura*, para depois estudar o resultado de planos, retas e pontos. A autora busca, por meio de experiências de observação, construir um sentido e um caminho para a visualização espacial a partir do sólido estudado, para chegar ao estudo de retas e pontos, denominados de “nova sequência didática”.

A sequência proposta em Moniz (2013) trabalha com sólidos e arranjos elaborados pelos alunos para estudo das projeções em *épura*. Consideramos esse trabalho inovador no sentido de sair dos tradicionais esquemas de *épur*as com profusões de linhas e pontos sem sentido. Apesar de inovador, que propõe a construção dos conceitos abstratos da representação pela observação de objetos que podem ser manipulados, nossa crítica vai de encontro ao descarte da oportunidade e desde o início contemplar o estudo dos entes geométricos (plano, reta e ponto), já presentes nas peças estudadas. Por isso, recorreremos a Morin (2011a), que traz a questão de ver o todo, a complexidade sem temer, sem cair na simplificação. Alcançar a síntese dentro da complexidade.

Miskulin (1999) detalha em um trabalho com atividades que, mesmo utilizando o computador e seus programas, a base pode ser construída com maquetes e esboços. A partir dessas experiências, os *softwares* desempenham o papel de potencializador da tarefa e não tira do manipulador o papel de protagonista da ação. Desperta o sentido de que a tecnologia está presente no papel, no lápis e na máquina. Assim não vemos a necessidade de demolir a ideia do desenho manual feito com esquadro e lapiseira, e defender o desenho com auxílio do computador. Há uma forma de convivência das duas maneiras de execução e uma forma de compreensão e entendimento daquilo que se quer representar. O que é corroborado por Marconi e Dias (2014), que estudam a influência da linguagem gráfica como dinamizador do resultado do projeto em si e não no entendimento de seus conceitos.

Moniz (2013) põe em julgamento a sequência de aprendizado da GD, já observado no estudo de Kopke (2001), quando se trata do estudo dos entes básicos para entendimento das projeções dos sólidos. Daqui aproveitamos uma parte de sua abordagem, quando a autora se refere à compreensão da forma e suas projeções para depois estudar os elementos constituintes. Apenas queremos fazer um ajuste em retirar a ação posterior e transformá-la em concomitante, na medida do possível.

1.4 Prática em sala de aula: interação e atração.

Queremos destacar neste momento a importância de dois trabalhos que foram desenvolvidos no grupo GEPETICEM da UFRRJ. O primeiro é o livro de Marques e Bairral (2014), e o outro a dissertação de Izar (2014). Esses trabalhos não são apenas textos sobre Educação, eles estão carregados de emoção e um desejo de comunicação, a vontade de abrir um canal de comunicação eficiente entre as pessoas que frequentam um horário específico em uma sala de aula. A importância dos trabalhos de profissionais que se preocupam em oferecer ao seu público a possibilidade de participar da construção do conhecimento. Trabalhar com um projeto que pode expandir o conteúdo de uma disciplina para que, efetivamente, haja interação. De os alunos saírem da situação de meros espectadores e poderem protagonizar o desenvolvimento de uma produção científica. Algumas questões vão ao encontro do pensamento de Antonio Moreira, que em entrevista à Costa (COSTA, 2003 p.53-80), afirma a necessidade em flexibilizar as fronteiras das disciplinas que compõe o currículo da escola. Oferecer aos estudantes uma abertura sobre a visão de que o conhecimento pode abranger áreas diferentes. Não somos compostos de arquivos com gavetinhas de disciplinas, mas há matemática na história, há química na biologia, há desenho na física e por aí em diante. Não somos compartimentados, mas somos compostos de muitos fragmentos que formam um mundo de complexidades. Descobrir isso é respeitar e aprender novas possibilidades de interação. Assim, não importa a característica ou a idade da tecnologia empregada, mas a maneira de usar pode ser a grande descoberta.

Muitos alunos sabem como ampliar ou reduzir imagens usando a tecnologia *Touch screen*, mas podem se surpreender ao ver como funciona um pantógrafo, e a partir daí compreender e reconhecer os efeitos de distorção que as figuras podem sofrer. Ou seja, a raiz da tecnologia pode ser estudada e outros aplicativos serem descobertos se a base, ou o conceito, for estudado. O professor passa a ser um questionador, um desafiador, no sentido de provocar as questões, e não aquele que dificulta ou só avalia com aplicação de provas. Não condena ou endeusa a tecnologia, mas abre o diálogo para a investigação de como é feito e como utilizar. Não transmite o conhecimento, mas constrói por uma prática dialógica que pode ser aplicada em qualquer “disciplina”, pois seu foco é a construção do conhecimento.

Izar (2014) ressalta a importância da evolução da Educação, o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que potencializam o ensino, seja na modalidade

presencial ou à distância, com recursos que somam atração e dinâmica ao processo ensino-aprendizagem. Seu trabalho é sobre Homotetia. Ela utiliza o pantógrafo manual e a tecnologia computacional, elabora atividades de manipulação e chega ao mundo digital. Destaca em seu trabalho a complexidade de um grupamento de alunos, e trabalha considerando o conceito elaborado por Vigotski de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Ou seja, as possibilidades, o de ver o que cada um é capaz de receber e o que oferecer para que ocorra a interação, “[...], pois a ZDP de cada criança se altera na medida em que o conteúdo é apresentado. É um processo constante (IZAR, 2014, p.29)”.

Considera que as ações concretas de cada estudante dependem da forma e quais são os elementos mediadores utilizados pelo condutor das atividades. A escolha depende do grau de proximidade entre o universo do professor e de seus alunos, do elemento mediador. Que imagens? Qual o tipo de reprodução? Como será trabalhada? Estas respostas, Izar procura ao escolher a teoria desenvolvida por Vigotski como base para seu trabalho, de como o meio externo pode favorecer o desenvolvimento do conhecimento, e recorre também ao conceito de cultura visual para orientar suas escolhas.

O trabalho de Marques e Bairral (2014) completa a intenção e nos desperta interesse pela maneira como os autores conjugam os conceitos de Bakhtin e Vigotski. Do interesse em fazer comunicação e observar de como o discurso é elaborado e seus significados, o caminho para alcançar o outro. O encontro de dois ou o encontro de um com muitos. Do que somos constituídos, nossos fragmentos citados por Skliar (2012), ao valorizar nossa constituição pela diversidade e multiplicidade. Por isso considerar nossos encontros e desencontros, seja na sala de aula ou em qualquer outro lugar.

Os autores propõem o uso de um equipamento estigmatizado nas aulas de matemática. A calculadora, não como um mecanismo, mas uma ferramenta que favorecerá o desenvolvimento do raciocínio matemático. Quebrando as barreiras do ensino tradicional de contas automáticas e exercícios repetitivos. Verificamos uma análise do contexto escolar e a sua apropriação de recursos tecnológicos, as barreiras e as propostas para avanço em um campo formador de cidadãos que estarão técnicos dentro da sociedade. Eles esclarecem que, para a vivência em um mundo globalizado, não pode a escola se excluir do mundo e se isolar, negando a possibilidade de tecnologia, mesmo as menos atuais, como as calculadoras.

Consideramos esses trabalhos referência para nossa escolha em utilizar as câmeras de segurança, mesmo em um meio não ligado à rede, como um equipamento que por meio das imagens geradas no monitor, funcionam como mediador entre as partes do sistema de comunicação.

Apreendemos que a prática em sala de aula não pode ser mecânica, automatizada. Não pode acabar com as nuances de um meio que, formado por pessoas em fase de crescimento e constituição, ainda estão se percebendo e construindo o que poderão ser. Nesse processo as possibilidades devem ser apresentadas como meios de expressão e não como critérios avaliativos. O papel do professor que propõe uma prática para apreensão de um conceito da disciplina que está dentro de uma grade curricular. Muitas prisões e muitos aprisionamentos. Daqui tiramos nosso incentivo, pessoas visionárias inspiradoras para ler o mundo.

CAPÍTULO 2 EM CONSTRUÇÃO: A VISUALIZAÇÃO E A MEDIAÇÃO

Ver precede as palavras. A criança olha e reconhece, antes mesmo de poder falar.
Jonh Berger

Visto o que está produzido, ainda não por definitivo. Sim, porque a cada releitura os autores citados no capítulo anterior ainda vibram por novas práticas e outros encontros. Aqui procuramos um caminho com base no que foi oferecido, para também colaborar à construção de um caminho que seja possível trilhar com menos dor. Por uma comunicação que seja possível e que renda aprendizagem.

O processo é um caminho em construção. Observar o que está acontecendo em sala de aula, aumenta a capacidade de interação com a turma. O professor não pode ser um condicionador, aprendemos que interagir é apreender os detalhes e propor uma prática aberta a todos. Não podemos propor uma atividade que imponha um ritmo único à turma. O desenvolvimento da visualização deve ser aberto e respeitar o ritmo de cada um. Percebemos também que a mediação é feita pelo professor, entre os alunos, diretamente pelo equipamento e todos como um time conectam suas ideias a partir do que é visto. Buscamos favorecer ao aluno uma prática que provoque sua participação, “a ter maior prazer em aprender a buscar o conhecimento” (COSTA, 2003 p.65).

Vivemos imersos na tridimensionalidade, isto é o normal. Pensamos também, com emoção, somos capazes de criar um filme e repassar situações vividas durante o dia. Nossa imaginação, apoiada em nossas experiências, pode reconstruir situações através de vivências sugeridas, por exemplo, pelo experimento em sala de aula. A representação do espaço vivenciado é que foge aos nossos padrões, “não se pode passar de uma cena de três dimensões para uma imagem bidimensional sem perder informação [...]” (AMOUNT, 1993, p.38). No papel ou no monitor do computador usamos a imagem bidimensional para representar o espaço tridimensional, precisamos construir uma linguagem para comunicar o que pensamos, nesse sentido representar é uma abstração. Nem a foto, por mais realista que seja, é capaz de revelar todas as nuances do volume. Amount (1993) apresenta três valores que a imagem

pode ter: representação, símbolo e signo. Aqui nos interessa em especial a questão da representação, que para o desenho projetivo assume o lugar do objeto que será construído a partir das informações registradas no desenho. O uso da imagem como representação, continua a definir Amount: “[...] a representação é um processo pelo qual se institui um representante que, em certo contexto limitado, tomará o lugar do que representa.” (AMOUNT, 1993, p.104). Aprender a linguagem do desenho técnico é adentrar nesse universo de imagens bidimensionais para a construção de uma imagem mental a respeito do objeto que será construído.

Cada vez mais surgem instrumentos para aproximar a realidade à representação no mundo das imagens, vale a pena lembrar que estamos próximos da comunicação pelo emprego da holografia, Figura 10, em que a imagem projetada supre a distância da comunicação através de uma imagem bidimensional. Já contamos com impressão de fotos em impressoras 3D, Figura11, antecipando o sentimento da presença do bebê demonstrado nas imagens de ultrassom. Tecnologia empregada a favor da visualização.

Figura 10 – Smartphone da empresa Xiaomi, primeiro a usar tecnologia holográfica, ainda não comercializado.



Fonte: Disponível em <:http://www.tecmundo.com.br/celular/59259-takee-1-conheca-primeiro-smartphone-holografico-mundo.htm?utm_source=tecmundo.com.br&utm_medium=internas&utm_campaign=sabamais.>. Acesso em 25 mar.2016

Figura 11- Exame de ultrassom com tecnologia 3D e reprodução volumétrica do feto.



Fonte: Disponível em <<http://www.ibacbrasil.com/noticias/enfermagem/replica-de-feto-em-3d-ajuda-tratamento-precoce>>. Acesso em: 25 mar.2016

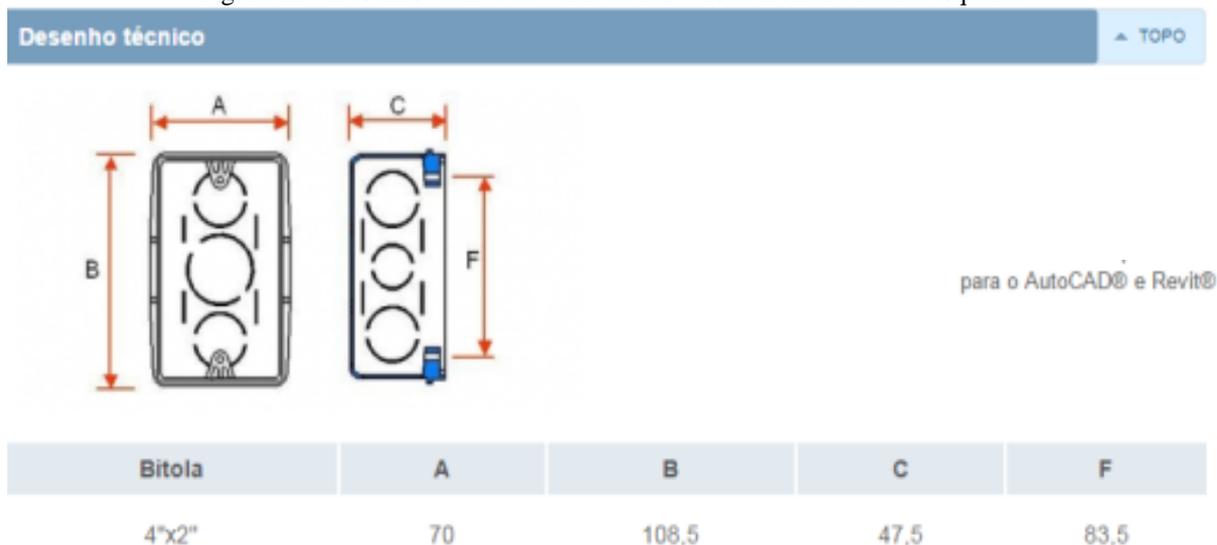
Mas, para desenvolver a linguagem da representação espacial, é preciso trilhar caminhos em nossa imaginação que sejam capazes de nos lembrar do volume apreendido e proporcionar aos nossos alunos o início de todo mecanismo para criação das tecnologias anteriormente citadas: pensar em 3D. O processo para desenvolver a capacidade de pensar em três dimensões une a emoção, que acompanha o processo de observação e imaginação, e a razão, para a transformação do imaginado em desenho, estando a figura seja em uma folha de papel ou na tela de um computador.

Desenhar com linhas, planos com texturas e formas que montam pela concretude, o que é o pensamento construído com a abstração. Não estamos tratando da abstração em si, mas a representação de um volume, um cubo, por exemplo, em uma vista, um aspecto do objeto cuja representação passa a ser um quadrado. Tratamos aqui de dois percursos necessários, um para imaginar e outro para representar.

O desenho técnico conta com uma linguagem própria, apoiada nos conceitos da GD. Além da representação gráfica das vistas dos objetos, uma série de informações é adicionada como cotação, que é a indicação das dimensões da peça Para aqueles que dominam a

linguagem do desenho técnico, catálogos e folhetos usam formas de representação como as vistas ortográficas, como podemos verificar na Figura 12. E mesmo assim, no referido manual, acompanha uma foto do produto, Figura 13.

Figura 12 – Desenho técnico de caixa de luz. Vistas frontal e lateral esquerda.



Fonte: Disponível em <http://www.tigre.com.br/pt/produtos_unico.php?cpr_id=12&cpr_id_pai=4&lnh_id=31&prd_id=816>. Acesso em 3 fev.2016

Figura 13- Foto de Caixa de Luz -Detalhe do Manual online da Tigre.

CAIXA DE LUZ TIGREFLEX 4"X2"

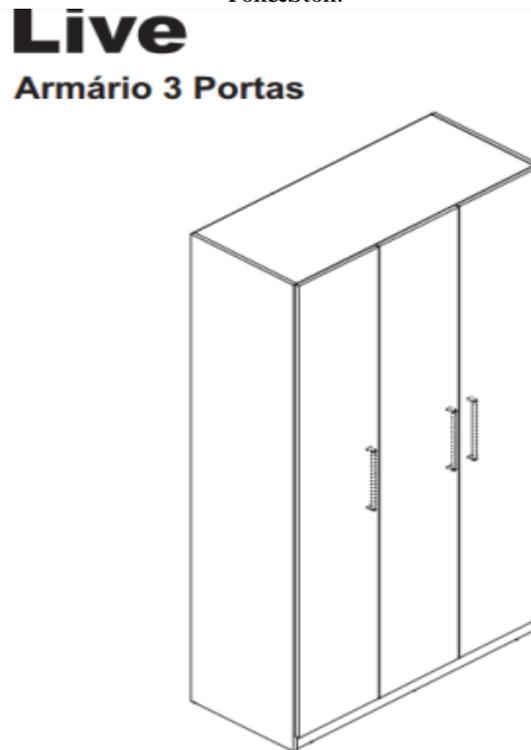


Fonte: Disponível em <http://www.tigre.com.br/pt/produtos_unico.php?cpr_id=12&cpr_id_pai=4&lnh_id=31&prd_id=816>. Acesso em 3/fev./2016.

Para maior abrangência na comunicação para o público não especializado, recordemos como é o caso das lojas de móveis que oferecem a possibilidade de o usuário comprar e montar o produto em casa. Nos folhetos, reproduzido parcialmente na Figura 14, que acompanham a embalagem são empregadas à perspectiva isométrica (cilíndrica ou paralela), e

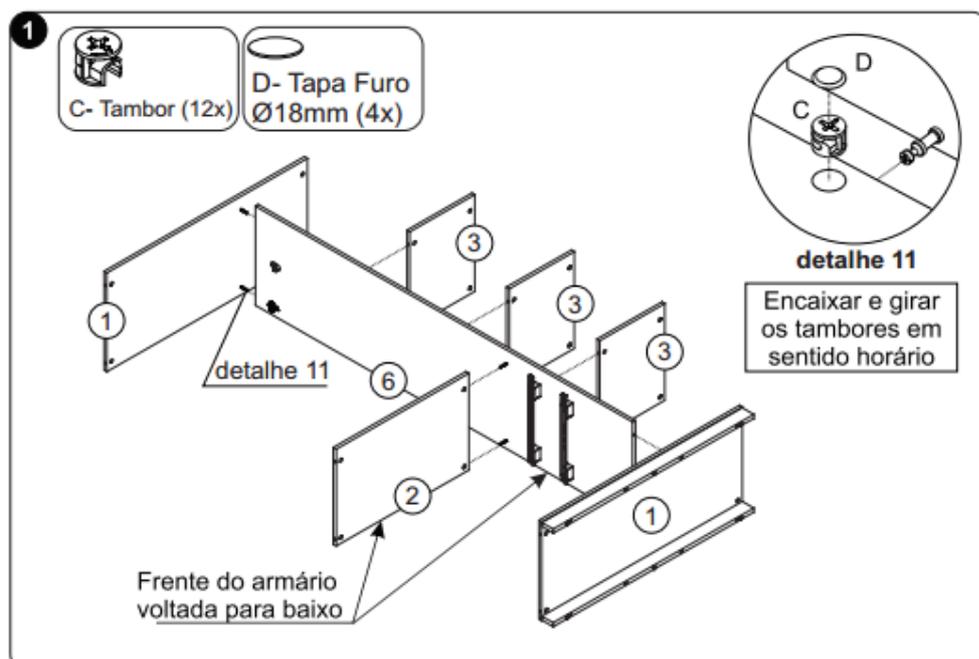
a perspectiva explodida, Figura 15, as peças em processo de montagem, que se aproxima ao que é visto ou imaginado.

Figura 14- Perspectiva isométrica (cilíndrica ou paralela) de armário de três portas. Detalhe de manual online da Tok&Stok.



Fonte: Disponível em <<http://www.tokstok.com.br/manuais/live3p.pdf>>. Acesso em 3 fev.2016.

Figura 15- Perspectiva explodida para detalhamento da montagem do armário apresentado na figura 14. Detalhe de manual online da Tok&Stok.



Fonte: Disponível em <<http://www.tokstok.com.br/manuais/live3p.pdf>>. Acesso em 3 fev. 2016.

No programa *Ofício em Cena* (ARAGÃO, 2015), a atriz Fernanda Torres descreve que a fala do ator, que transforma o texto em ação, é fruto de uma projeção, da imaginação sobre a situação que será representada. O trabalho realizado é fruto do estudo, ensaios e repetições, sob o olhar de outra pessoa, o diretor, que pode opinar sobre o que está sendo produzido, por meio de gestos, intensidade de fala e movimento no espaço do palco. A visualização do ator depende de um processo interno e um resultado que usa seu corpo como instrumento. Os complementos como cenário e figurinos, afirmam o que foi imaginado, e entram em conjunto pela troca e complementariedade de opiniões.

Para o Desenho Técnico, ato de desenhar também é produto de uma imagem produzida em nossa mente e traduzida em vetores. A habilidade é trabalhada, não vem de um dom inato, mas pode ser desenvolvida pelas práticas e paciência para a observação, concentração e dedicação aos exercícios. Somos tolidos de nossas capacidades quando somos expostos a juízos de valores e comparações. Por isso, muitas pessoas deixam de desenhar. A liberdade de expressão e dedicação é observada na fala de Picasso: “[...] precisei uma vida inteira para aprender a desenhar como as crianças.” (VASCONCELLOS, 2007 p.69). A criança é livre e expressa o desenho por meio de seus movimentos no papel. Desta forma, o processo de ensino e aprendizagem, deve empregar também mecanismos que favoreçam a observação, concentração e a expressão.

Apoiados na metodologia para educação em Arte, na qual o processo se desenvolve a partir de uma experiência que conjuga as atitudes do professor e alunos. “O professor compreende o seu papel de intervenção quando o faz assegurando aos alunos e ao grupo a possibilidade de refletir sobre seus trabalhos e também atuar.” (FERRAZ e FUSARI, 2009 p.143). A experiência que transforma os sujeitos, professor e aluno, pelo modo que apresenta uma nova maneira de ver. As autoras prosseguem para elucidar como esse processo se dá em sala de aula: “São posicionamentos a respeito de aspectos selecionados do conhecimento da arte, de métodos (com suas etapas e sistemas) e de meios de comunicação educativos.” (FERRAZ e FUSARI, 2009 p.143). Muitos alunos não percebem o quanto de composição pode haver em um catálogo técnico. Uma questão artística também que envolve padrões de letra, cores, proporções e distribuição das figuras em uma prancha.

A visualização de um objeto antes de ser construído e, por isso, projetado. O que virá, mas que é desenhado com um conjunto de códigos e normas que precisam ser adquiridos e

treinados para a formação de uma linguagem técnica. Para elaboração da visão espacial ou raciocínio tridimensional Pittalis e Christou (2010) discriminam quatro tipos de raciocínio tridimensional do pensamento geométrico:

- Representação 3D: Construção do desenho volumétrico do modelo em estudo a partir das vistas ortográficas. Definida como habilidade em manipular as possibilidades dessa representação;
- Estrutura espacial: Análise a partir da composição com cubos, que favorece a construção da representação do conjunto e suas possíveis rotações;
- Dimensionamento: Estimativa de área e volume do conjunto a partir da unidade-cubo;
- Conceitualização das propriedades matemáticas: Reconhecimento das formas geométricas na decomposição do modelo (vértices, arestas e faces), auxiliando na construção das projeções ortográficas.

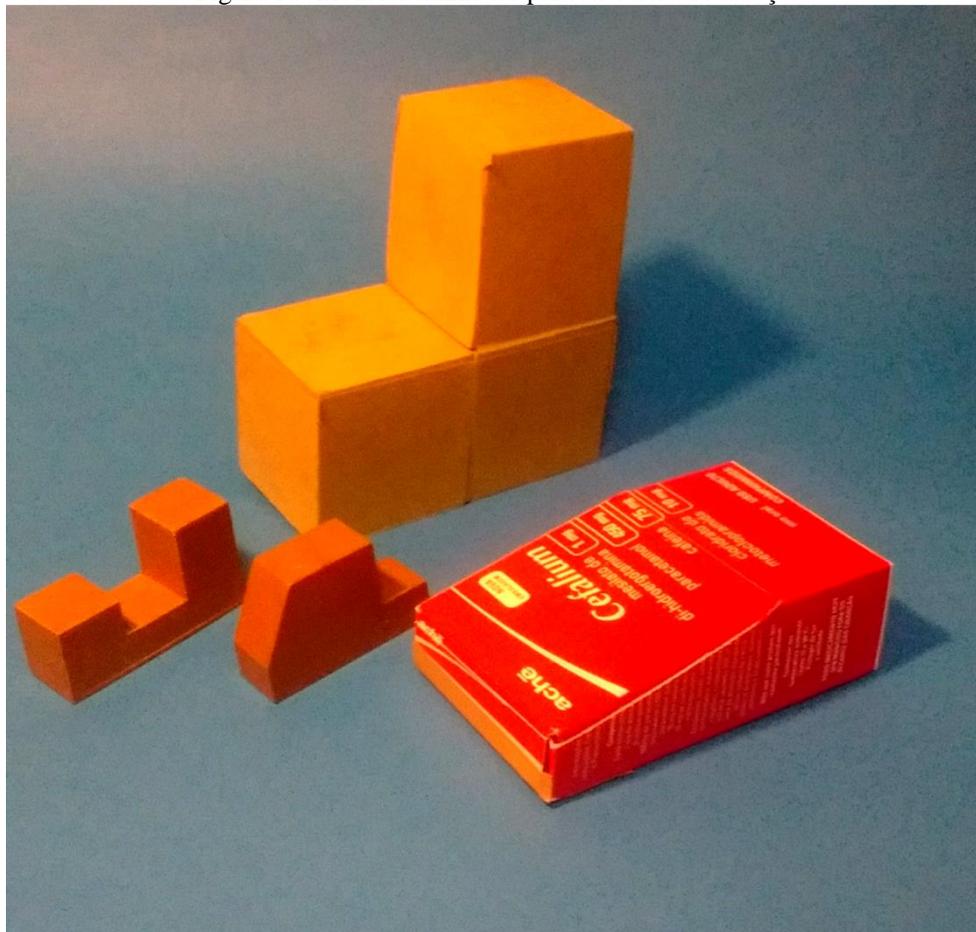
Ao considerar esses quatro modos de raciocinar, os autores nos fornecem pistas para o desenvolvimento da visão espacial e como orientar as atividades que podemos propor. Desenvolver a habilidade para relacionar o que imaginamos e o que é representado, ou criar um caminho de representação para o que é projetado, ou seja, para o que ainda não assumiu sua concretude. O desenvolvimento desse tipo de raciocínio depende da criação de uma linguagem, como a leitura, que passa pela criação de códigos, normas e apreensão do contexto, para a criação de significado. Como a escrita e a leitura, que envolvem treino e persistência, para um processo de uma capacidade que não é inata (KALEF, 1998), e que deve ser considerada como uma habilidade que pode ser elaborada independente de um dom ou uma vocação. Portanto, podemos proporcionar meios para que os alunos expressem sem medo a sua capacidade de expressão gráfica, e aprimorar um raciocínio de visualização e de localização espacial.

Finalizando, independente do nível de escolarização, os procedimentos relacionados à interpretação e a criação da linguagem gráfica, caminham por processos cognitivos diferentes (PITTALIS; CHRISTOU, 2010):

- Exploração: Com auxílio de modelos, exemplificados na figura abaixo, familiarizar os alunos com as posições que os sólidos oferecem e a construção da imagem mental de

suas vistas. Oferece ao aluno o que precisa do apoio visual da peça e pela observação vai construindo a representação do sólido;

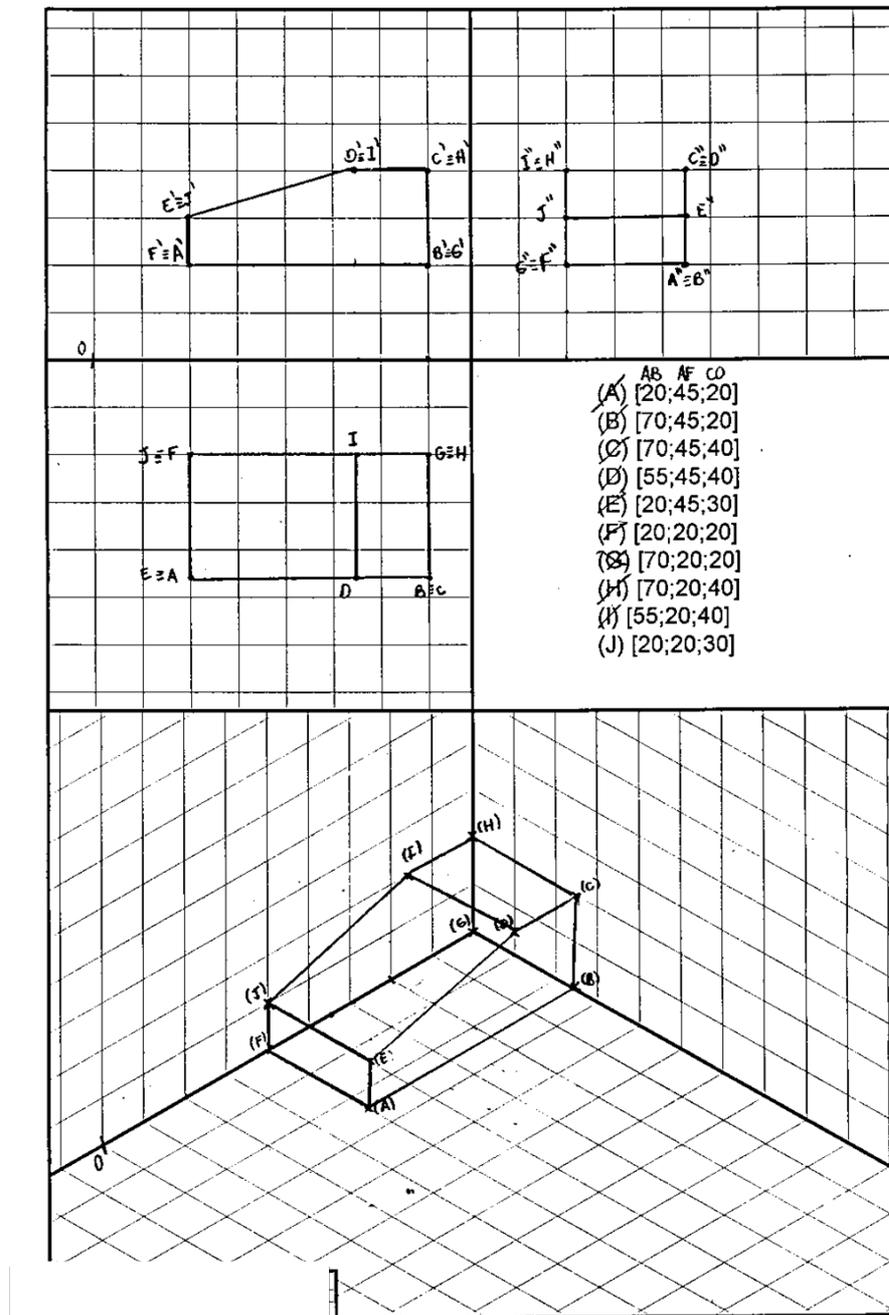
Figura 16- Modelos utilizados para exercício de esboço.



Fonte – Foto do autor.

- Rede 3D: Desenho dos volumes e das vistas, com o auxílio de malhas para esboço das vistas e de desenho isométrico. A proposta é apresentada em exercício apresentado como exemplo na reprodução abaixo. Um tipo de raciocínio intermediário entre o esquema para a construção e o volume do modelo apreendido (Figura 17);

Figura 17 – Folha de atividade com malha ortogonal e isométrica.



Fonte: Acervo digital da pesquisa.

- Propriedades geométricas: A partir da decomposição do modelo, compreender de que partes o sólido é formado e como essas partes se conjugam. A proposta da atividade, exemplificada na Figura 18, era analisar o conjunto formado por caixas de remédios e a combinação de outras posições para formação de novos conjuntos. Segue na Figura 19 a folha para registro da atividade e reprodução livre do conjunto;

Figura 18 - Caixas empregadas como modelo para o exercício da Figura 19.



Fonte: Foto do autor.

Figura 19- Análise de composição volumétrica.

Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá

Desenho Básico

Nome _____ Turma: 1312

Investigação:

- Planos. 12 planos
- Arestas. 24 arestas
- Vértices. 48 vértices
- Dimensões. 3 dimensões

Representação:

Fonte- Acervo digital da pesquisa.

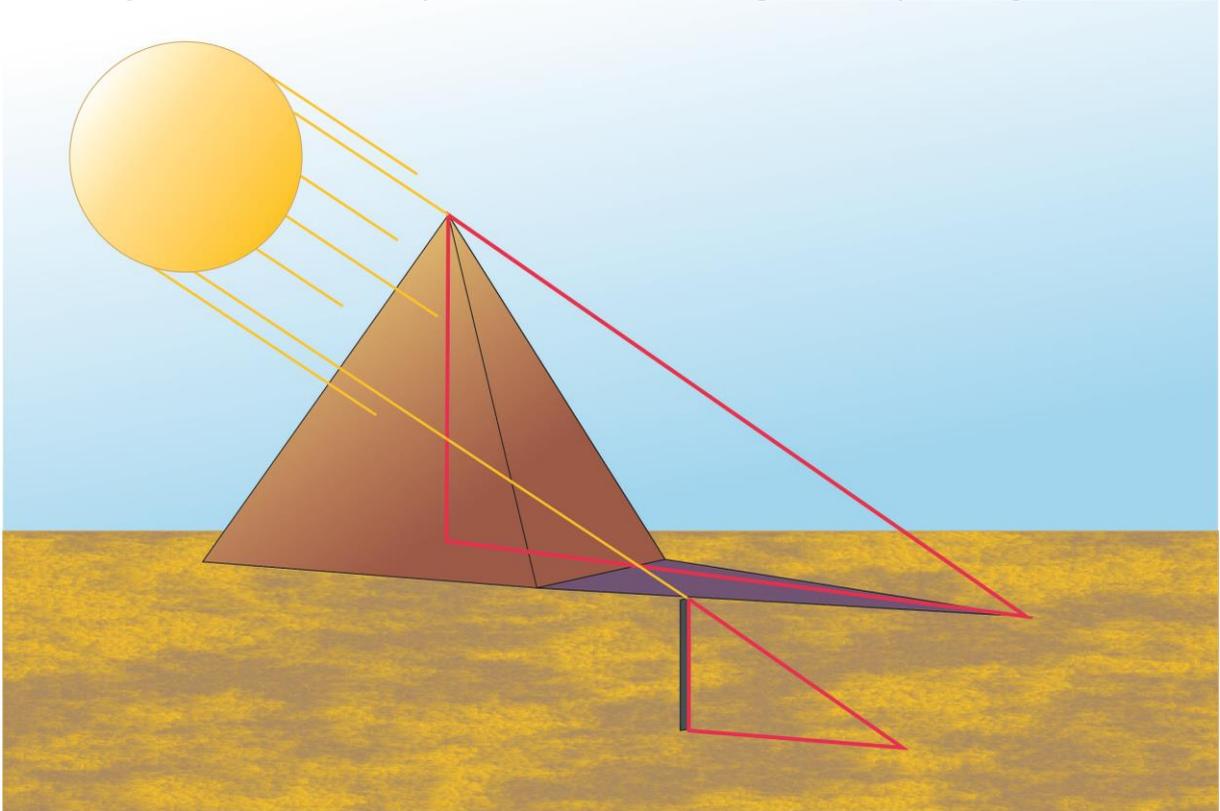
2.1 Visualização

A capacidade de imaginar e antever o que não existe. Criar um caminho quando se explica direções de um caminho com gestos no ar, gestos que completam as frases de siga em frente, virem à direita, etc. Não são necessários, mas ajudarão a quem está perdido a se localizar melhor. Uma construção de imagem que pode se apoiar em alguma forma conhecida com associações ou metáforas, mas pelo que já foi visto, ou que faça parte do repertório comum aos dois interlocutores.

Como falar que uma caixa tem como projeção provocada pelo sol a pino, um retângulo se quem escuta não conhece esta forma geométrica, e não sabe o que a luz zenital pode provocar? Para mediar há que conhecer o interlocutor e criar um vínculo de comunicação com ele. Veloso (1998) destaca que, para execução de uma tarefa proposta em seu trabalho, a solução foi encontrada com a associação da imagem gerada em nossa mente e o raciocínio empregado na solução. “Mesmo sem considerar o papel de manipulação de modelos [...] é impossível distinguir onde acaba a percepção visual e começa o raciocínio.” (VELOSO, 1998, p125).

Neste sentido entendemos que a manipulação dos objetos ajuda a construir a imagem pela observação e raciocínio, para estender o entendimento para outras formas. Quando um professor, ao introduzir a divisão de segmentos baseada no Teorema de Tales, recorre ao fato de o filósofo criar uma maneira para medir a altura da pirâmide e conta como ele observou a sombra sendo projetada pelo sol. Que com a comparação da sombra de uma haste chegou à conclusão de que os triângulos eram semelhantes, esquematizados na Figura 20. Da maneira que conta esse fato, de como refaz o cenário, dá possibilidade para os alunos observarem ou lembrarem-se dos efeitos do sol no pátio. Vínculos são criados para a visualização, mesmo não estando no Egito. Essa experiência trará mais resultado do que um simples traçado de retas concorrentes e paralelas.

Figura 20 - Referência à situação atribuída a Tales de Mileto para a resolução de um problema.



Fonte: Desenho do autor

Veloso vai além ao afirmar que a desvalorização da construção de imagens é fruto do que ele denomina como “aritmética da análise, [...] de um ensino dominado pela verbalização e pela sequência números-álgebra-análise.” (VELOSO, 1998, p.127). Ainda, em seu livro, Veloso afirma que: “Existe no acto de ver, na percepção visual, uma participação activa e inteligente.” (p. 129). E ressalta a coexistência em diversos idiomas os verbos olhar e ver. Aproveitamos a oportunidade para citar a frase escolhida por Saramago, do “Livro dos conselhos” de El Rey Duarte, como epígrafe de seu livro “Ensaio sobre a cegueira”: “Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara” (SARAMAGO, 1995, p.9). Um caminho que vai de um primeiro contato visual sem análise até a observação dos detalhes numa ordem crescente de rigor e atenção.

Como práticas para o desenvolvimento da educação visual, Veloso (1998), enfatiza três atitudes para o ensino: disponibilizar objetos manipuláveis; oferecer experiências seguidas de reflexão, para a educação do olhar; preservar a prática no ensino de geometria com aspecto visual. Veloso (1998) também afirma que a visualização não é uma capacidade

inata, deve ser trabalhada como em um processo de alfabetização, com aplicação de atividades que favoreçam esse desenvolvimento.

O estudo de Geometria Descritiva proposto por Montenegro (2002) desenvolveu um livro fora dos padrões clássicos de livro didático. O autor já sentia necessidade em transformar o texto em um objeto mais interativo e dialético. Moniz (2013) apresenta sua prática com turmas de ensino técnico a partir de modelos construídos pelos alunos em um processo de observação e representação contínuo. O trabalho apresentado por Silveira (2007) abre fronteiras para o entendimento de GD e a representação empregada em desenho de arquitetura. Esses trabalhos renovam o processo tradicional encontrado em Príncipe Junior (1983) e Pinheiro (1971), importante referência para o estudo da geometria, porém é levado integralmente para sala de aula como processo de aprendizagem.

2.2 Formas para se interagir

Silva, M. (2006) utiliza como ponto de partida a experiência de um artista plástico, Hélio Oiticica, e transforma sua proposta de uma interação ativa e não uma simples observação. A pedagogia do parangolé, definida por Silva, trata de uma maneira mais livre e atuante, em que a participação com experiências e atitude quebra a passividade. Diferente de uma prática “[...] em que pese o ensino “bancário”, que deforma a necessária criatividade do educando e do educador [...]” (FREIRE, 2004, p.25). Baseados nestes autores, coletamos informações do cotidiano dos alunos e observamos a projeção de sombras formadas pela luz do sol. Assim quebramos importantes barreiras para que, de forma lúdica e intuitiva, possamos construir os conceitos sistematizados por Gaspard Monge.

Desenvolver uma rotina que parte da observação de um conjunto de informações que constituem uma representação, para análise dos elementos constituintes, não atropela o desenvolvimento da visualização. Uma desconstrução da resposta dos problemas para o entendimento de sua construção. Observamos com esse caminho reverso, que a compreensão facilitada e o trabalho com maior quantidade de elementos não é visto como entrave, mas como um desafio para interpretação dos elementos básicos de projeção. Powell e Bairral (2006, p.50) destacam que: “A aprendizagem é um processo ativo em que cognição e a afetividade se inter-relacionam”. Por isso a proposta em criar um modelo que seja atrativo, com elementos lúdicos, que proporcione a observação por si e participativo.

Mesmo se tratando de um texto que aborda a troca de conhecimento em uma plataforma virtual, Powell (2014)⁹ trabalha com as áreas do conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo, abordando as possibilidades de se trabalhar com a construção colaborativa. Na *Rutgers University*, esse professor desenvolve um trabalho apoiado em plataforma virtual com auxílio de um chat e o programa GeoGebra com grupos, times que elaboram uma estratégia para resolver um problema proposto. A formação do grupo e a estratégia a ser empregada são decididas em conjunto, em um espaço que favorece a troca de informações.

Morin (2011b) traz ao debate a importância da relação que o professor constrói dentro do contexto que estabelece com o grupo de alunos. Além do conhecimento, o professor deve agir como um mediador na elaboração de elos, que apliquem o saber, que pode ser buscado na rede, nos sites de busca e enciclopédias digitais. Em entrevista ao programa Milênio, este pensador destaca o papel do professor como um interventor crítico: “É preciso ensinar a compreensão humana” (FRONTEIRAS DO PENSAMENTO, 2015). Com ele fazemos uma ponte entre os saberes de Paulo Freire e Vigotski, duas pessoas que valorizam o contexto histórico do pensamento e o seu estado de ação. Que faz a “leitura do mundo” e interage com os valores, imagens e repertório dos jovens aprendizes. A partir daqui podemos direcionar como se dará a construção do pensamento abstrato, baseado em observações de objetos que tenham ligação com o mundo que os alunos estão inseridos.

Nossa proposta é de procurar objetos, como embalagens de produtos, maquetes e brinquedos, que tenham o vigor e tenham algum significado para os alunos. A embalagem do sabão que é utilizado em casa, a caixa de remédio, a peça de montar. A inspiração por embalagens de produtos é a reprodução e apropriação de o universo publicitário que nos cerca, como o supermercado retratado na Figura 21.

⁹ O VMT- Virtual Math Teams with GeoGebra- é uma plataforma que garante aos usuários a formação de grupos com a utilização do programa livre GeoGebra, um *software* de matemática dinâmico, para a resolução de problemas online.

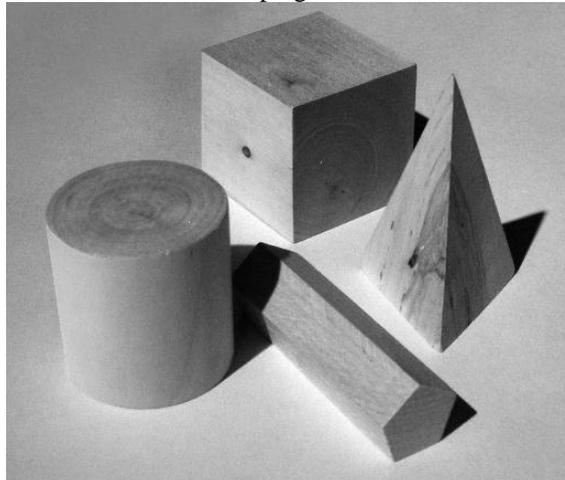
Figura 21 – Ploriferação de cores, formas e explosão de imagens. Adequação de modelos para as aulas.



Fonte: Disponível em: <<https://intfinanceira.wordpress.com/2012/05/29/comparar-precos-mai12-4/>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

Recursos facilitadores para quebrar uma barreira entre a teoria e a aplicabilidade do conhecimento, a partir deste momento montar um conjunto e gerar outro sentido entre duas caixas de remédios. Dos objetos utilizados em aula, Figura 22, mas nos testes apenas uma referência com um desenho que alude à tridimensionalidade do conjunto. Composições que já foram cobradas nos Testes de Habilidade Específica, reproduzido na Figura 23, peças com neutralidade, com a intenção de valorizar a forma.

Figura 22 – Modelos em madeira, empregados nas aulas tradicionais de desenho.



Fonte: Disponível em: <http://www.getgravity.com/imagine/Nyack_dropfolder/Images%20to%20draw/08%20multi%20block.jpg>. Acesso em 3 fev. 2016

Figura 23- Teste habilidade específica, UFRJ, 2001.

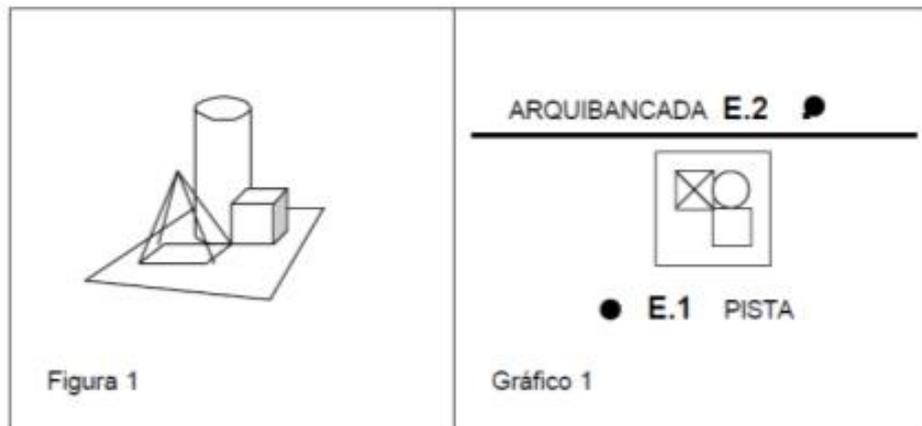
1ª Questão

O conjunto de sólidos da Figura 1 é a alegoria de um carro em uma apresentação no Carnaval.

A plataforma do carro está a 1,00 m do solo onde estão montados os sólidos:

- Cilindro - altura de 6,00 m e raio de 1,00 m;
- Cubo - lado igual a 1/3 da altura do cilindro
- Pirâmide - de base quadrada com o lado igual ao cubo e altura igual a 1/2 da altura do cilindro.

Desenhe o que você estaria vendo. Escolha uma das posições que você como espectador poderia estar: [E1] na pista e [E2] num camarote a 5,00 m de altura, conforme o Gráfico 1.



Fonte: Disponível em: < <http://oficinadesenho.com/downloads/>>. Acesso em 3 fev. 2016.

Como transição entre o espaço real e o espaço de representação do quadro ou do papel, pensamos em criar um modelo de transição pelas imagens geradas no vídeo, que dialoguem com o observador e ao mesmo tempo não o exclua da prática. Tendo a possibilidade de ver elementos em comparação com a escala corporal, e até mesmo a figura humana captada pelas câmeras. O observador não vê apenas um esquema de linhas e pontos, mas com a imagem real ou gravada de seu corpo no sistema de projeção pode se dar conta do sistema projetivo. O observador está presente e faz parte da imagem.

É com o apoio de Kenski (1997), que investimos em propor um trabalho que associe as novas tecnologias disponíveis, não apenas como um simples aparato tecnológico, mas como forma de reduzir o impacto e favorecer novas práticas disponíveis como interface e transpor o limite entre a sala de aula física e o espaço disponível no mundo virtual.

2.3 A visualização mediada

No processo de interação e construção do conjunto de imagens que leva à visualização, o professor poderá entender o que Friedrich apresenta como diferença entre

atividade mediatizada e atividade mediatizante (2012, p. 65). Esta autora recorre a Hegel, buscando o que seria a raiz do conceito de mediação empregado por Vigotski. O exemplo que ela traz para diferenciar as duas é no sentido de como se dá a operação entre o agente da ação e a natureza. Em um processo “natural” o homem conduz a ação para que ela ocorra o que caracteriza a ação mediatizante. A figura é a de um homem que coloca pedras no rio para estreita-lo e aumentar sua vazão, o sujeito não age diretamente sobre o decorrer da ação. Ele coloca as pedras no rio e deixa natureza operar sobre a natureza.

Na atividade mediatizada, o instrumento é empregado na amplitude de seu conceito, ele é utilizado como meio entre a ação e quem sofre. A autora traz a imagem de uma pessoa furando a madeira com a furadeira, o sujeito age como protagonista direto da ação. Essa volta que a pesquisadora faz é para entender como Vigotski vê a mediação.

Em uma atividade: escrever pode ter um instrumento que usa papel e lápis, mediatizada, o sujeito opera os instrumentos; e na atividade mediatizante, assistir um vídeo de como escrever. Há uma passividade entre a imagem do vídeo e o sujeito. De que forma o professor vai agir com a ação mediadora? Nas duas formas, mediatizante e mediadora, o professor utiliza um instrumento para desenvolver a ação.

A forma como o instrumento é empregado e como essa ação se desenvolve no ator, é o que determina sua característica. Mas para escrever, a atividade mecânica depende da apropriação do conceito, que aquele formato de rabisco quer significar e o que ele significa para seu autor. Cavalcanti ressalta que o desenvolvimento da escrita como processo, origina-se na vida social, “depende das relações que o homem estabelece com o meio” (2005, p.187), e é mediada por signos. O desenvolvimento é processual e também destaca que “a formação da consciência e o desenvolvimento intelectual se dão de fora para dentro [...]” (2005, p.191). Uma relação dialética entre o sujeito e objeto.

Assim como na escrita, a aquisição, o desenvolvimento e a apropriação do signo, também é preciso ser desenvolvidos na linguagem gráfica, um processo de transformação, para que um código seja estabelecido entre a figura e a forma que se quer representar. Para que uma esfera seja representada por uma circunferência, há que se desenvolverem conceitos de esfera, de circunferência, de objeto sólido e desenho plano, por exemplo. Recorre-se, mais

uma vez, a Friedrich quando exemplifica o desenvolvimento de conceitos nos aspectos científicos e cotidianos (2012, p.100).

Como “a linguagem oral deve ser usada como ‘mediadora’ para a aprendizagem do escrito” (CAVALCANTI, 2005, p.101), é necessário criar um mecanismo que seja eficaz, uma ponte, entre a visualização (o que se vê e o que se imagina- pensamento abstrato), e a representação do objeto. Desenhar mentalmente antes de expressar no papel. Vigotski trabalha o conceito de abstração e representação do número, por exemplo, a partir da coisa que ele representa. Então, não basta apenas indicar que o aluno represente o objeto com uma forma ou um contorno, mas desenvolver de que maneira o objeto com três dimensões pode ser representado em uma folha bidimensional, plana.

A foto pode ser esse elemento mediador, pois faz parte do cotidiano do autor-observador que, em um papel, pode ver e localizar a representação do espaço em que ele pode estar inserido. Desta forma pode-se pensar em desenvolver uma rotina que parte da observação de um conjunto de informações que constituem uma representação, para análise dos elementos constituintes, e não atrole o desenvolvimento da visualização. Uma desconstrução da resposta de problemas para o entendimento de sua construção. A compreensão facilitada pela imagem, como um desafio para interpretação dos elementos básicos da representação gráfica de um objeto.

Buscando o desenvolvimento da visualização, apoiado em um mecanismo que faça a mediação entre a linguagem da representação gráfica e o pensamento abstrato do aluno, lançar mão de um sistema exploratório que ocupe o ponto de vista do observador. Garantir assim a imagem, gerando um atalho para a representação gráfica. Segundo Vigotski (2014, p. 2): “O mesmo acontece com a marca deixada pela roda na terra mole, forma-se um caminho que fixa as modificações efetuadas pela roda ao passar na terra e que facilitará futuramente a passagem por esse mesmo lugar”.

Há que se construir um caminho, e esse caminho ser reforçado por práticas que favoreçam o entendimento. O desenvolvimento intermediado por processos, porque a educação não é imediata, não há transferência de conteúdo. Ainda não existe maneira como na cena de Matrix¹⁰, em que a personagem precisa pilotar um helicóptero e o manual de instruções é transferido para seu cérebro, do mesmo modo que inserimos informações em um HD.

O exemplo, a prática deve ser favorecida de modos diferentes até se alcançar o objetivo. O papel do professor é de facilitador, ser um agente de transformação na educação. A mediação por meio de um conjunto de instrumentos e materiais que utilize o desenvolvimento de uma linguagem apoiada na teoria de Vigotski. Procurar caminhos e “marcas” que favoreçam o desenvolvimento do raciocínio espacial. Desenvolver um processo baseado no afeto, não em um processo simplesmente industrial, mas que respeite o ritmo e deixe claro que o processo ensino-aprendizagem não é um retirar esse hífen e considerar os dois em seu conjunto: o ensino e a aprendizagem. Abrir a possibilidade para alternar o ponto de vista de quem pretende ensinar e o ponto de vista de quem supostamente aprenderá. Essa alternância pode facilitar a análise de um material curricular, empregado como material de mediação, desde sua elaboração até a sua aplicação.

Buscando o desenvolvimento da visualização, apoiados em um mecanismo que faça a mediação entre a linguagem da representação gráfica e o pensamento abstrato do aluno, empregamos um sistema que ocupa o ponto de vista do observador. Garantimos assim a imagem, já com a disposição das vistas ortográficas no triedro de projeções (Figura 24). As câmeras são os olhos do observador gerando um atalho para a representação gráfica.

A mediação pelo conjunto de câmeras e monitor favorecendo o desenvolvimento de uma linguagem, apoiada na teoria de Vigotski. Manipular as peças ou objetos e verificar o resultado com a imagem do monitor. Procuramos caminhos e “marcas” que favoreçam o desenvolvimento do raciocínio espacial.

¹⁰ Filme de Andy e Lana Wachowski, 1999. Retrata a luta de um hacker que se junta a um grupo para lutar contra poderosos computadores que governam a terra no século 22 disponível em: <<http://www.warnerbros.com/matrix>>. Acesso em 01/09/2014.

A dificuldade encontrada na disciplina de desenho básico da ETEVM foi que muitos alunos não conseguem visualizar o sistema diédrico e suas projeções. Nossa experiência em diminuir essa barreira conta com elementos simples de observação e cooperação entre os alunos. O relato apresentado no I Seminário de Pesquisa e Prática Pedagógicas LEDEN/UERJ (2007), dá conta de parte desse experimento pela observação de objetos próximos do universo dos alunos, abre a discussão sobre a forma de representação e sua função como elemento de transmissão de conhecimento. Na figura a seguir reproduzimos o objeto, no caso a caixa de suco que era distribuída no intervalo como lanche, para análise das propriedades de um sólido prismático, sua representação por meio das vistas ortográficas no triedro de projeções e a representação por perspectiva paralela semelhante a posição da caixa na foto.

Figura 24- Caixa de suco distribuída no lanche dos alunos.



Fonte: Foto e montagem em *slide* do Power Point do autor.

O simples fato de dobrar um papel dá conta do sistema diédrico (plano vertical e plano horizontal), e triédrico (dois planos verticais-frontal e lateral-e um plano horizontal), e suas projeções. Além disso, lançamos mão de outros objetos simples, como apresentados na Figura 25, para ilustrar a projeção e o rebatimento dos planos. Estes recursos construídos ou com seu uso adaptado, são empregados para criar imagem do que acontece na planificação do sistema e introdução do conceito de Épura.

Encontramos depoimentos de profissionais que durante sua formação lembram-se da rotina de GD e da dificuldade de enxergar os esquemas com giz branco sobre quadro verde e o entendimento da projeção deu-se ao perceber como se comportavam os planos naquela projeção representada. Atualmente, alguns videogames e jogos apresentam a vista simultânea em 3D e projeção superior. Apropriar-se dessa linguagem e renovar os procedimentos metodológicos empregados em sala de aula, vai além do que a simples substituição do giz branco pelo colorido. Atualizar os níveis de observação da representação e voltar-se para as primeiras experiências de observação dos conceitos básicos de representação, como os empíricos desenvolvem suas teorias e entram em uma espiral de prática e teoria na construção do conhecimento.

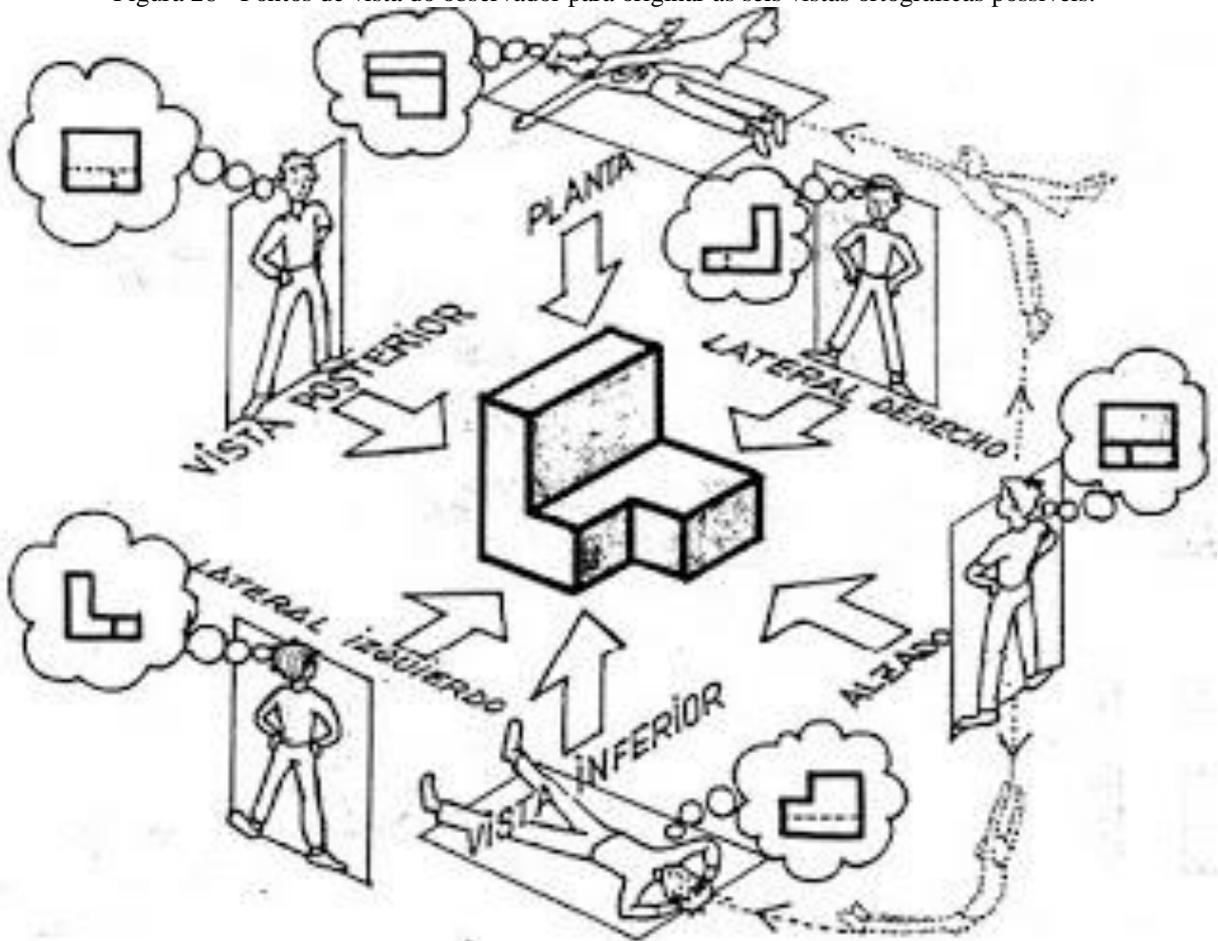
Figura 25- Exemplos de recursos para explicação do diedro e triedro.



Fonte: Montagem de fotos do autor.

O modo de se observar a peça a partir da posição do observador, de forma hipotética, no infinito para a geração das projeções e da formação das vistas ortográficas, ainda não possui uma maneira efetiva que mostre as projeções como elas são. A imagem da Figura 26 se aproxima do conceito de que a peça fica imóvel é o observador que muda de ponto de vista. Com o recurso do mecanismo de câmeras e monitor, nos propomos a uma aproximação deste conceito, mesmo que as vistas ainda apresentem a deformação das imagens devido ao ângulo de suas lentes.

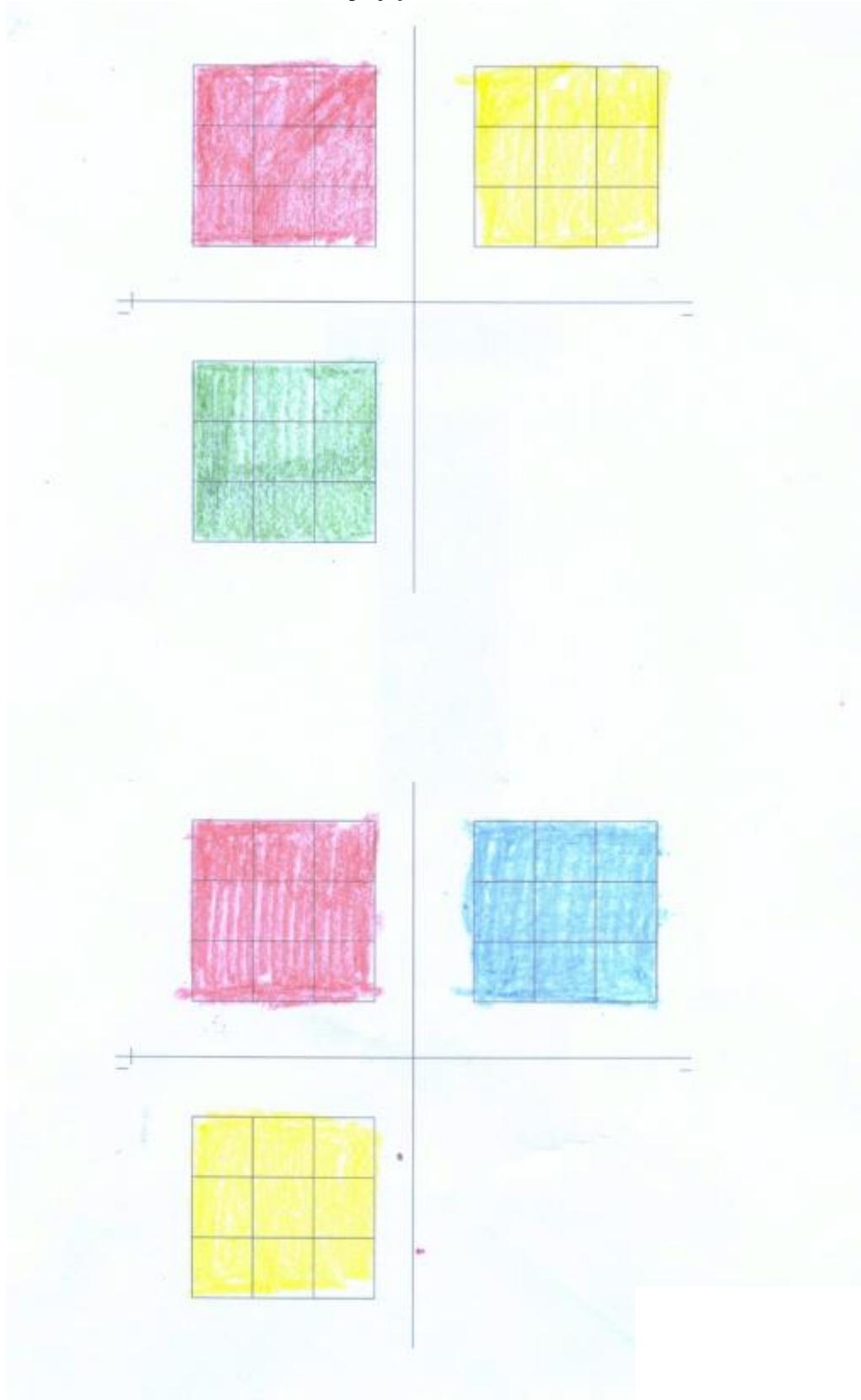
Figura 26 - Pontos de vista do observador para originar as seis vistas ortográficas possíveis.



Fonte: Disponível em <<http://todotecnologia-eso.blogspot.com.br/2011/11/vistas-de-un-objeto.html>>. Acesso em: 10 set. 2014.

A atividade com o cubo mágico, objeto que é facilmente reconhecido pelos alunos, é uma proposta de introdução dos conceitos da projeção ortográfica e a forma de representação. Na figura abaixo reproduzimos o material que é distribuído aos alunos para esclarecimento de como se dão as projeções no triedro, o rebatimento/planificação dos planos e a representação

Figura 28 – Reprodução da folha de atividade inicial de representação das vistas de um objeto no triedro de projeções.



Fonte: Acervo digital do autor.

Se assumirmos o postulado de que os professores são atores competentes, sujeitos ativos, deveremos admitir que a prática deles não é somente um espaço de aplicação de saberes provenientes da teoria, mas também um espaço de produção de saberes específicos oriundos dessa mesma prática (TARDIF, 2014, p.234).

Tardif também destaca que o que acontece na sala de aula não é apenas transmitido, mas resultado de uma ação de troca de saberes única, específica para aquele momento, para aquele público. Não envolvendo apenas o professor e o aluno, mas o que foi construído antes mesmo da formação do professor e o que virá após a prática em sala de aula, sujeitos que, no entender de Tardif, estão expostos. “O objeto do trabalho dos professores são seres humanos individualizados e socializados ao mesmo tempo.” (TARDIF, 2014, p.128). O profissional formado é um cidadão e não apenas uma engrenagem no sistema de uma máquina. Não pode ser um sistema de um manda e o outro obedece, a participação no processo completo se dá pela colaboração e integração entre os membros de uma equipe. Não há mais espaço, pelo menos em um tipo de sociedade diferente sustentável, para o operário que tem apenas a força de trabalho. Mas que necessita e cresce, com a participação consciente e resultado de uma prática colaborativa. Por isso a formação de profissionais técnicos deve se dar de forma integrada. As atividades desenvolvidas em uma disciplina, o desenho técnico como exemplo, depende da prática da oficina de soldagem e fundição, das aulas de Sociologia e Português.

A oportunidade em estruturar os conhecimentos e as práticas desenvolvidas em sala de aula é vivenciada e desejada no mecanismo implantado nesta pesquisa. O ponto de partida foi resultado da observação de uma prática que não abria espaço para a coparticipação no processo. O desenvolvimento dessa inovação dá-se no contexto da sala de aula, com suas particularidades e composição heterogênea dos grupos que forma as turmas da escola. A prática não pode ser um discurso de mão única, mas um diálogo que os interlocutores devem estar no mesmo nível. O que encontramos em Maurice Tardif (2014), e reconhecemos em Paulo Freire (2004), é o apoio e a direção de caminhar junto do aluno, respeitando suas limitações, reconhecendo suas habilidades e suprimindo suas necessidades. Buscando nossa formação como professores e aprimorando nossa maneira e relações humanas com o aluno. Favorecendo um ambiente de troca e desenvolvimento dos saberes. Pois “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.” (FREIRE, 2004, p.23).

CAPÍTULO 3 CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

*A vida é aquilo que acontece enquanto você está
fazendo outros planos.
John Lennon*

Como planejar uma ação inovadora? Tudo ficará sob controle? Estas são questões que ficam muito presentes antes do início de qualquer trabalho. Escolher uma maneira para fazer da trajetória a mais proveitosa possível é o papel da metodologia, que não está dissociada das decisões teóricas do pesquisador. Nossa investigação de cunho qualitativo, já previa um caminho que fosse mais flexível. Uma inovação também nasce de uma inquietação pedagógica e, neste caso, a construção do sistema está incluída nesta arte de pesquisar. Não se trata de empregar os dispositivos prontos, testados, e apresentar seus resultados. A sua (re) construção faz parte desse processo, desse caminhar interrogativo constante. Assim, a seguir discorreremos sobre nossa escolha e de como nosso mapa para a caminhada irá se desenhando.

3.1 Na trilha de uma Pesquisa de Desenvolvimento

A proposta desta pesquisa é construir e implementar um mecanismo com câmeras empregadas em sistemas de segurança que favoreça um aprendizado. Não é simplesmente ligar um equipamento para uma aula, mas explorar um conjunto de ações com a utilização de um equipamento. Para isso precisamos adquirir produtos, adaptar peças ao seu novo uso – que não o de segurança – para que seja portátil e desmontável. Esta fase foi se definindo ao longo do percurso, ou seja, de acordo com a necessidade de incremento do sistema básico, outras peças, formas e cores serão agregadas ao conjunto.

Nesta pesquisa, o processo contínuo de aquisição, montagem, teste, aplicação e reflexão sobre os resultados, são as etapas básicas do caminho que iremos trilhar. Desde a primeira aquisição até a derradeira oficina apresentada, antes de fechamento do texto final, contabilizamos 18 meses. Tempo considerável para amadurecimento da proposta, mas não para seu acabamento final. Consideramos que cada vez que o mecanismo é exposto e testado ele recebe contribuições dos participantes da atividade, sem distinção entre criador e estudantes. Podemos confrimar aqui a experiência do professor Silva (2010) ao desenhar a Pedagogia do Parangolé, que transforma em coautores os participantes. Da transformação

proposta por Freire (2004) que considera que o processo de aprendizagem não é apenas a decoreba de formas, mas a integração com a opinião e o sentido que cada um pode colocar o objeto estudado em sua vida. Assim nossa viagem tem plano de ser a mais proveitosa possível. O caminho para construir uma prática que realmente dependa do desenvolvimento social do grupo, que favoreça a interação e possibilite o desejo de construção do saber científico.

Com esse objetivo não temos um equipamento pronto e uma tática determinada e fechada. Pretendemos entrar em um processo de montagem, aplicação e adaptação que é cíclico e contínuo. Cíclico, não por retornar ao ponto de partida inicial, mas por favorecer com um novo acabamento uma forma mais agradável que ajude na visualização que será construída mentalmente com apoio dos recursos físicos. Adotamos a metodologia da Pesquisa de Desenvolvimento ou *Design-Based Research* (DBR), apresentada por Cobb *et al.* (2003), Brown (1992) e Matta *et al.* (2014), dentre outros.

Matta e colaboradores (2014) destacam que essa metodologia traz mais vantagens para as pesquisas em Educação do que os métodos tradicionais de pesquisa qualitativas e quantitativas. Principalmente relatam que: “[...] em educação não se consegue uma verdadeira condição de laboratório, com tudo controlado; e mesmo que se conseguisse, pouco valeria, pois na prática as situações dos processos educacionais são plurais e pouco comparáveis ao isolamento laboratorial.” (2014, p.25). Um método que não impõe à pesquisa uma fórmula, mas permite um diálogo constante entre o que é oferecido o que foi alcançado, e as modificações necessárias para um novo teste e nova observação.

O propósito de uma Pesquisa de Desenvolvimento é aplicar e solucionar um problema detectado por meio uma prática testada e reformulada ciclicamente no percurso da prática. Trata-se de uma perspectiva de cunho interpretativo, que articula continuamente teoria e prática na pesquisa educacional como foco na aprendizagem, que emerge de determinada elaboração. Mesmo concluído o tempo da pesquisa ele não fica fechado, ou seja, a sua proposta deixa um caminho evolutivo aberto a outras contribuições de outros segmentos complementares ao estudo. Resumidamente uma DBR tem como princípios (BROWN; 1992; COBB *et al* 2003):

- Um processo cíclico de implementação, observação, análise e geração de resultados.

- Um olhar constante para o aprendizado, mediante uma intervenção que pode ser reformulada constantemente.
- Uma dinâmica de interpretação e de produção de teoria situada no complexo contexto em que emerge.

As etapas são definidas pelo que é observado. O que precisa ser ajustado, qual será a adaptação necessária?

Collins, Joseph e Bielaczyc (2004), descrevem que com a DBR encaminhamos questões que consideram o contexto em que a pesquisa é realizada. As questões são encaminhadas de acordo com a necessidade da base teórica. O método cumpre seu papel de coadjuvante para não se impor à pesquisa e favorecer o melhor andamento possível. Nosso estudo visa observar que a aprendizagem se dá por meio da colaboração entre os alunos. A discussão despertada pela situação, reforçada na síntese da explicação entre os membros do grupo. Assim, uma prática desenvolvida nessa situação se encontra exposta a muitas variáveis e não apenas a um roteiro pré-determinado.

Os autores ainda destacam o papel da avaliação formativa que pode ser observada ao longo do processo. O ambiente constituído em torno do aplicativo deixa os jovens mais à vontade para experimentar e reforçar os pontos da aprendizagem. Entendemos que a aprendizagem se dá por uma rotina que favorece a observação, a experimentação e o reforço do tópico estudado.

Desde a proposta apresentada para a seleção ao PPGEduc, a ideia passa por ajustes constantes. A participação no grupo GEPETICEM¹¹ e o projeto MCEO foram muito importantes para o crescimento deste projeto, reforçando a característica de uma obra aberta, em construção, combinando com a metodologia orientadora desse processo, a Pesquisa de Desenvolvimento. Não tínhamos um aplicativo pronto que já havia sido experimentado.

¹¹ GEPETICEM – Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação Matemática – foi desenvolvido o projeto Materiais Curriculares Educativo Online (MCEO) do professor Dr. Marcelo Bairral- UFRRJ

Precisávamos constituir algo que fosse atrativo com baixo custo e que fosse passivo a alterações. Algo que não se impusesse mais pela tecnologia que o resultado.

Para chegar à proposição da pesquisa e verificar a eficiência dos equipamentos, iremos narrar as etapas de cada fase com as tentativas, as adequações e as aproximações que o conjunto sofre ao ser implementado nas aulas com os alunos.

A DBR se emprega bem para a Educação devido ao alcance de sua aplicação, pois os instrumentos de observação podem ser diversos e bem adaptados ao objeto estudado. Em nosso caso, o mecanismo é empregado na prática introdutória ao estudo e de uso continuado nas demais aulas, como definido por Collins, Joseph e Bielaczyc: “Designs em educação podem ser mais ou menos específicos, mas nunca podem ser completamente específicos.” (2004, p.17– tradução nossa).

Empregamos o modelo descrito por Collins (1999, *apud* COLLINS *et al*, 2004), que destaca sete aspectos contrastantes com outras metodologias:

1. Situação da prática: A prática é observada na sala de aula diferente de uma montagem em laboratório ou sala de vídeo. Diminuímos o impacto que poderia ser causada pela falta de familiaridade com o local. Neste caso, o desenvolvimento das etapas deu-se pelas adaptações entre montagem e desmontagem, e situações de improviso para contornar o que era suscitado pela turma.
2. Muitas variáveis que são observadas no estudo diferente do modo das pesquisas nas quais há mais controle sobre as situações ofertadas. No decorrer da utilização dos equipamentos o processo é enriquecido e surgem novas maneiras de aproveitamento do sistema. Por exemplo, para explicar a diferença entre as vistas ortográficas e o desenho isométrico foi possível pela simples mudança da posição do objeto em frente à câmera.
3. Caracterizando a situação: A surpresa do grupo perante os equipamentos é um ponto importante pelo que desperta. Um misto entre a excitação pelo novo e a acomodação pelo lugar familiar, o interesse pela maneira de como vai funcionar. O experimento foi bem integrado e não houve necessidade de cobrar cuidados específicos e restrições de movimento. A posição das câmeras perante os objetos e os planos já apontavam para a prática que seria desenvolvida.

4. Rotina flexível para a prática: Cada sessão houve alterações que foram provocadas pelo grupo. Partindo de uma explicação do objetivo, da disposição das câmeras e das imagens resultantes no monitor, novos conjuntos eram formados de acordo com o interesse do grupo.
5. Interação social – a classe: A DBR favorece a pesquisa dentro da sala de aula, com suas interferências e situações complexas de tempo, horário, número de participantes, indiscriminação de gênero ou idade. A prática e interação é observada como realmente acontece, sem uma situação padrão ou ideal montada, mas da maneira como é enfrentada no dia-a-dia.
6. Desenvolvimento de um perfil de acordo com o que será proposto, independente de ser uma prática qualitativa ou quantitativa. O foco é desenvolver uma atividade que emerja como se dá o discorrer da aprendizagem e o que pode ser alterado, até mesmo durante aquela prática com adaptações para o favorecimento da apreensão do conteúdo envolvido.
7. Análise e coparticipação no desenho do experimento: Como pesquisa de desenvolvimento, a cada etapa foram anotadas as indicações de êxito e problemas destacados pelos participantes gerando adaptações ao novo modelo de arranjo dos aparelhos.

Destacamos que, segundo estes autores, o foco está na aplicação das medidas para guiar o processo dentro do contexto educacional e suas particularidades.

3.2 O aplicativo na prática

*Os rios recebem, no seu percurso, pedaços de pau,
folhas secas, penas de urubu [...]
As palavras se sujam de nós na viagem.
Manoel de Barros*

Nosso percurso está em desenvolvimento. Aberto às contribuições decorrentes do uso do aplicativo. Considerar o que puder ser incorporado de modo que favoreça a comunicação eficiente com o grupo de estudantes.

Estabelecer um ponto de equilíbrio entre a tecnologia, sua aplicação e a prática do desenho manual, está entre nossos objetivos. Não podemos descartar a tecnologia nem a endeusar. A realidade da escola técnica estadual envolvida neste estudo faz com que os professores procurem recursos alternativos para suas aulas práticas. Desde 2013, o laboratório que oferecia acesso à internet está sem rede. Nas salas de desenho não há computadores à disposição dos alunos, eles usam o laboratório de informática para aprender os programas básicos de informática e AutoCad. Assim, ainda desenvolvemos tarefas com o desenho manual, preparando os estudantes para as próximas etapas que envolvem desenvolvimento de projetos nas áreas de atuação em Eletrônica, Eletrotécnica, Mecânica e Eletromecânica.

O Desenho Técnico fica responsável por iniciar o aluno à linguagem de representação gráfica. Nosso dispositivo não é uma linguagem de computação ou se trata de uma aplicação já existente para desenho. Seu objetivo é ser um facilitador para a visualização e ser uma ponte para a comunicação entre o professor e o estudante. Entendemos, no decorrer do estudo, que precisávamos de um sistema que substituísse o ponto de vista do observador, mas não queríamos oferecer apenas uma rotina baseada em modelos compostos por ilustrações. A introdução aos conceitos de Geometria Descritiva assume o lugar principal para que nosso estudo não sirva apenas de um gabarito para solução de como desenhar as vistas de uma peça. Desejamos explorar os conceitos do desenho em *Épura* para o entendimento da sistematização da representação das vistas ortográficas principais de uma peça ou modelo.

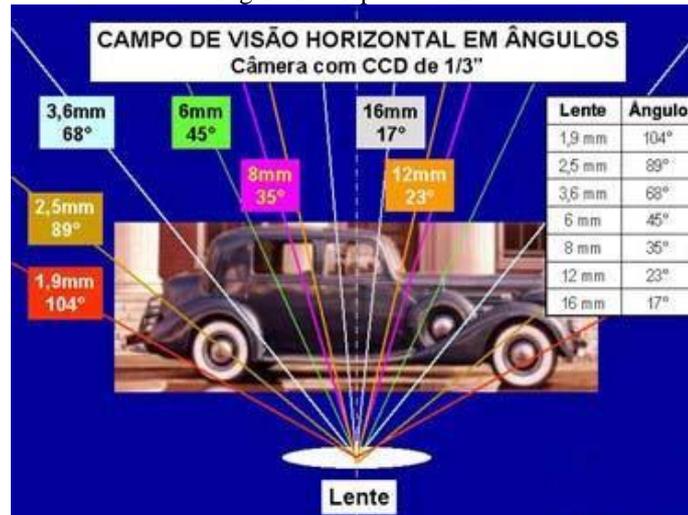
Os elementos de geometria são resumidos abstratamente em ponto, linha e plano. Sua conjugação forma sólidos que podem ser observados em nosso cotidiano. “O desenho de um objeto não é a simples descrição do mesmo.” (ASSUMPCÃO; CASTRAL, 2013, p.3). Por isso que nosso objetivo é produzir imagens dos objetos analisados para depois representá-los no papel.

3.3- A construção básica

Para efetivamente construir o sistema, foi necessário pesquisa em *sites* de equipamentos de segurança e visita a lojas no Centro do Rio de Janeiro e Nova Iguaçu. Nossa lista inicial era composta por três micro-câmeras, aos poucos incorporando outros elementos como cabos, conectores e um aparelho gravador das imagens.

O circuito de câmeras funciona com uma central que recebe as imagens das câmeras interligadas por cabos do tipo coaxial. Optamos pelo modelo mais simples, de custo menor, sem momo de proteção e lente 2,5mm com abertura de 89°. Na figura abaixo apresentamos a relação entre o ângulo da lente e a abrangência de seu campo visual.

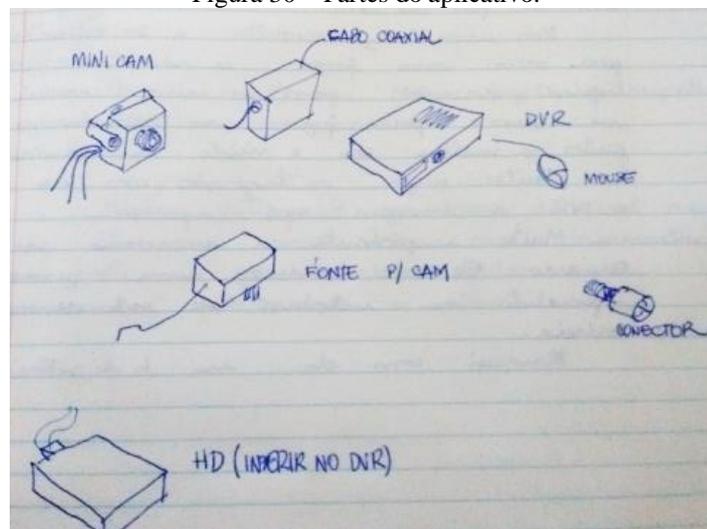
Figura 29- Tipos de lente.



Fonte: Disponível em: <<http://www.protecnos.com.br/artigos/escolha-de-lentes-para-cameras-cftv/>> Acesso em: 6 mar. 2015.

A montagem do equipamento não foi simples. Foi necessário a intervenção de uma técnica especializada na instalação destes sistemas, para a ligação dos cabos e iniciação do sistema da unidade receptora das imagens. Mesmo com as câmeras funcionando, era importante desenvolver um apoio para manter as câmeras em posição do observador no sistema triédrico de projeções.

Figura 30 – Partes do aplicativo.



Fonte: Detalhe de página do caderno de campo, desenho do Autor.

A Tabela abaixo é um resumo das etapas de aplicação do equipamento, baseado no diário do autor, associando as etapas de montagem e as atividades desenvolvidas em sala de aula.

Tabela 1- Resumo das etapas de aplicação do equipamento.

Momentos	Observações	Resultado (s)	Conteúdos abordados
A construção básica	Aquisição do equipamento e montagem	Concretização da proposta e início de estudo para as práticas a serem desenvolvidas	
O primeiro teste	Funcionamento efetivo do conjunto	Primeiras imagens do conjunto	Aspectos principais dos objetos para introdução ao estudo das vistas ortográficas
Aprimoramento	Adaptação dos apoios das câmeras	Melhora na portabilidade do sistema	
Primeira aplicação	Inauguração do sistema Primeiro contato com a turma	Adaptação para o fundo das imagens	Vistas ortográficas principais -VOP- (frontal, superior e lateral). Esboço a mão livre
Segunda aplicação	Utilização de apoios menores para as câmeras Emprego de planos coloridos para fundo das imagens	Melhora na portabilidade, mas diminuição da qualidade da imagem. Melhor identificação dos planos no monitor	VOP. Esboço e desenho com auxílio de régua milimetrada.
Terceira aplicação	Retorno aos apoios maiores e uso dos planos coloridos	Melhora no manuseio dos objetos e melhor apreensão das imagens com menos distorção.	Estudo das coordenadas de um ponto. Abscissa; Afastamento e Cota.
Quarta aplicação	Utilização do cubo com fitas de LED	Adaptação dos planos com placas de poliestireno branco leitoso	Estudo das posições das retas e suas projeções

Fonte: Elaboração do Autor.

3.3.1 O primeiro teste

Ligar o sistema e ter as primeiras imagens captadas no vídeo, foi surpreendente. Pela primeira vez observamos o potencial que tinha o mecanismo. Para efetivamente reproduzir o aspecto das vistas em projeção nos planos rebatidos da é pura, precisamos ajustar a altura e as distâncias que as câmeras ficariam do objeto a ser analisado.

Uma experiência de tentativa, erro e acerto, como o próprio método dispõe. Os apoios foram improvisados com uma lata e uma luminária com braço articulado. No monitor era possível acompanhar e checar se o conjunto de imagens geradas estava correspondendo à posição e dimensões. A altura da captação da câmera frontal precisava ser ajustada para ter a mesma altura da câmera lateral, logo o apoio para a câmera deveria ter esta mobilidade. Na figura a seguir, apresentamos os equipamentos testados após a primeira ligação do sistema, improvisação dos apoios e fundos para o modelo.

Figura 31 - Primeira montagem do sistema.



Fonte: Foto do autor.

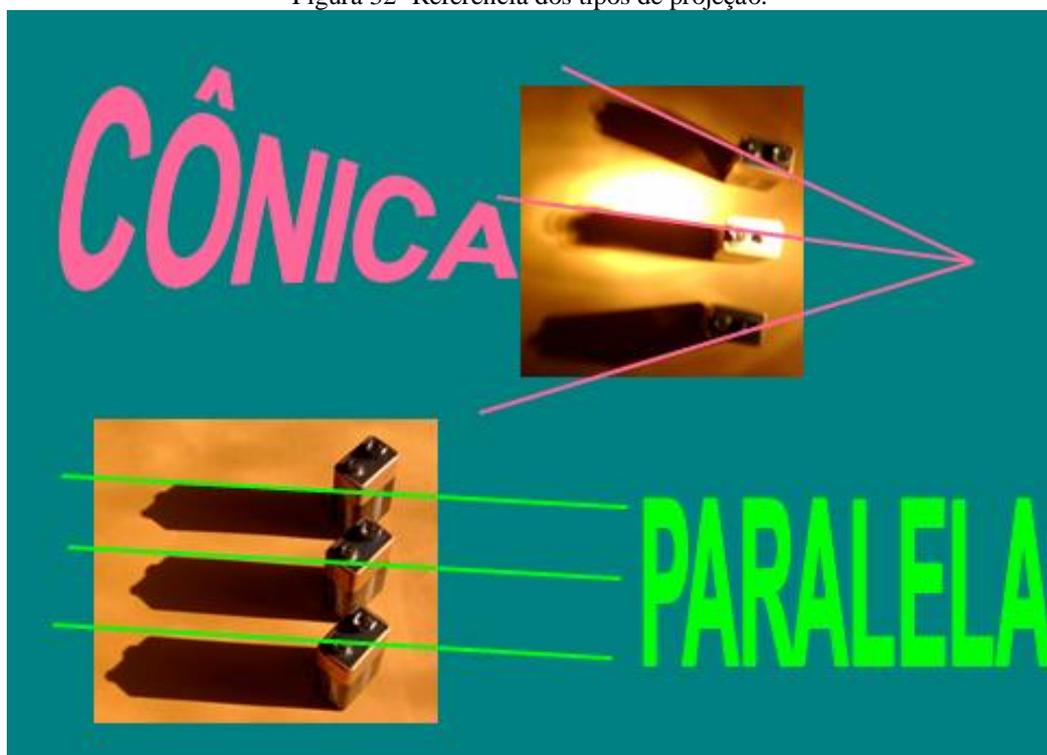
O que observamos nessas primeiras imagens foi uma deformação causada pelo ângulo de abertura da lente. As imagens não ficam com o aspecto de projeção cilíndrica, mas

apresentam uma deformação de projeção cônica, semelhante ao aspecto de nossa visão. Para isto recorreremos à explicação dos tipos de projeção com a fonte de luz de raios paralelos-cilíndrica e a luz gerada por uma fonte pontual-cônica. A posição do observador no sistema de projeção cilíndrica ortogonal é ideal, não real, situado há uma distância hipoteticamente infinita. As projetantes são raios visuais que formam noventa graus com os planos de projeção. Mais um tópico possível de ser abordado e resolvido com aplicação da pesquisa.

Decidir que material seria oferecido aos alunos. Escolher objetos que remetam à ideia dos projetos que serão empregados nos cursos técnicos. Optamos por caixas de produtos, sólidos prismáticos para o primeiro contato com os aspectos das vistas ortográficas.

Lançar mão direto da exposição do equipamento ou fazer uma exposição introdutória sobre os sistemas de projeção? Optamos por uma breve aula expositiva com os conceitos de projeção, ou sombras, exemplificada na figura a seguir.

Figura 32- Referência dos tipos de projeção.



Fonte: Foto e montagem em slide do Power Point do autor.

3.3.2 Aprimoramento

A próxima etapa foi investir nos tipos de apoio, de modo que fossem portáteis e de fácil desmontagem para armazenamento. Não há espaço disponível na escola, como por exemplo, um laboratório para que o sistema ficasse montado de modo permanente. Além disso, não há condições de controle da frequência da sala de coordenação onde o material ficará guardado, e não teríamos garantia de sua permanência na escola. Após uma pesquisa de materiais tubulares de PVC, ferro galvanizado e alumínio, optamos por utilizar dois expositores para banners com adaptação de um tubo de alumínio para a câmera responsável pela vista superior (Figura 33).

Figura 33- Apoio das câmeras com suporte de banners. Improvisação para suporte dos objetos para adequação da altura das câmeras.



Fonte: Foto do autor.

3.4 Primeira aplicação

O objeto escolhido foi uma caixa (Figura 34), na forma de um sólido prismático ortogonal de base retangular. Antes de expor o objeto às câmeras, foi proposta uma investigação do que era e como poderíamos classificar aquele objeto. Destacar os elementos componentes do sólido: planos, arestas e vértices. Realizamos um roteiro de investigação a partir da manipulação de outras caixas com o mesmo formato e dimensões variadas.

Após essa etapa, o sistema foi ligado e observamos os detalhes da imagem gerada.

Figura 34 - Primeira montagem em sala de aula com improvisação do apoio para o objeto.



Fonte: Foto do autor.

3.4.1 Primeira tarefa

Com o objetivo de esboçar os três aspectos principais da caixa, a mão livre, sem utilização de régua, os estudantes deveriam observar o conjunto de imagens e reproduzir em folha de papel com grafite.

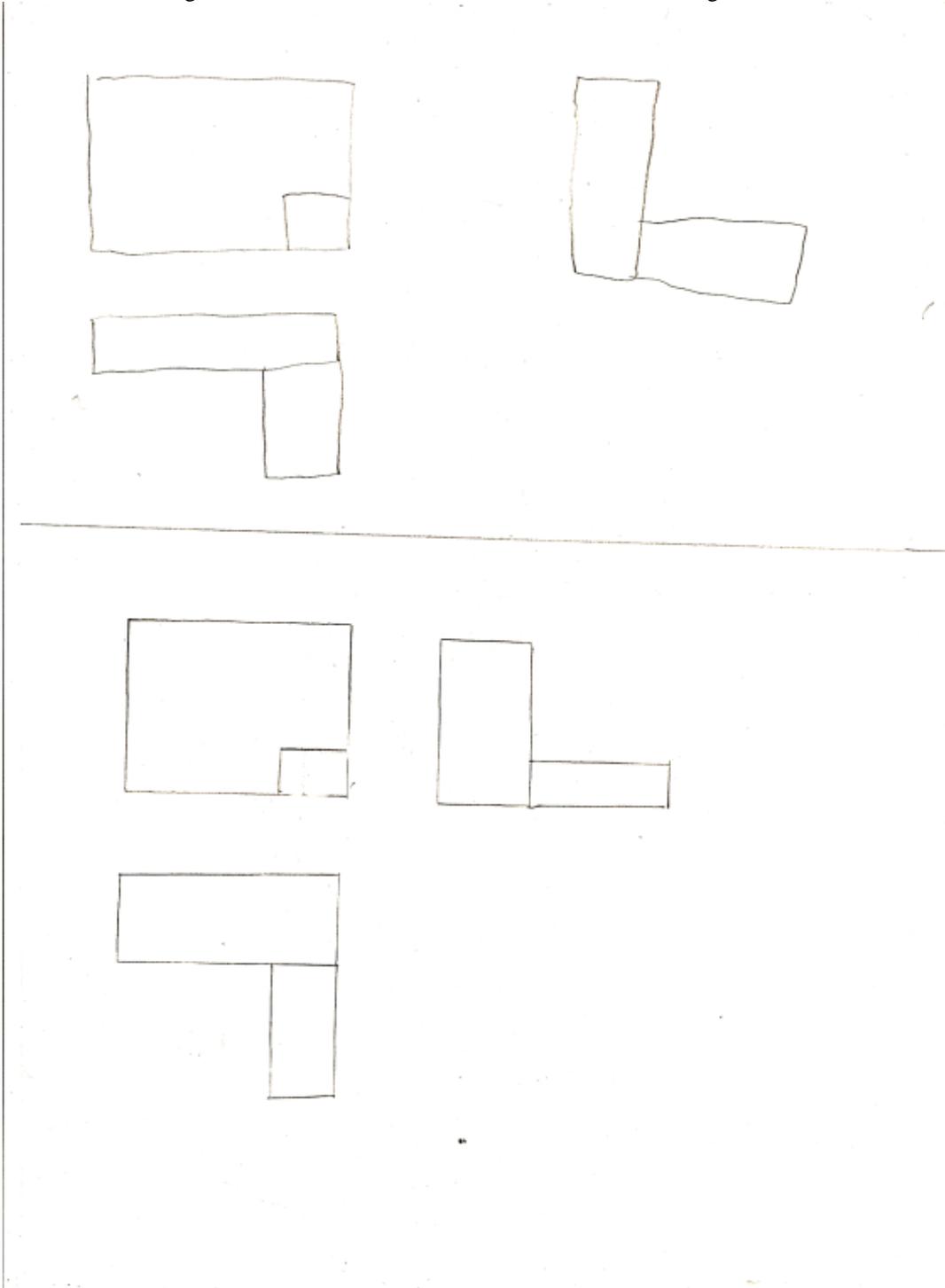
O fundo da sala estava interferindo nas imagens e confundia a qualidade da projeção, assim durante a sessão improvisamos com dois pedaços de isopor para apoio e fundo das vistas, como podemos observar na Figura 35. Após registrar o que era observado no monitor a mão livre, cada aluno desenhava com auxílio de régua o conjunto de vistas, como pode ser observado na reprodução da folha de tarefa na Figura 36.

Figura 35 - Observação do modelo com fundo de isopor.



Fonte: Foto do autor.

Figura 36- Atividade desenvolvida na aula retratada na figura 35.



Fonte: Acervo digital do autor.

3.4.2 Análise da primeira sessão

As imagens geradas por este teste não ficaram bem definidas. Os elementos da sala de aula: janelas, quadro de giz, influenciavam no entendimento e foco no objeto a ser estudado. O suporte para adequação da altura das câmeras também não era apropriado para o local de exposição do objeto. Nossa proposta era de montar o sistema sobre a mesa com outros apoios e fundo que substituíssem os pedaços de isopor.

3.5 Segunda aplicação

Providenciamos novos suportes com tubos menores e base de madeira. Três placas de papelão revestidas com EVA de cores diferentes para assumirem o papel de plano horizontal, vertical e de perfil no sistema triédrico de projeções. Montagem com suportes menores. Passamos a outra fase com suportes menores e isolamento com planos de EVA coloridos (Figura 37).

Foi um grande salto na qualidade das imagens e entendimento da tarefa. Ganhamos espaço para movimentação em torno do equipamento, pois todo conjunto ficou montado sobre a mesa do professor. A observação do volume formado pelas caixas, assim como os novos arranjos formados pelas caixas foram montados com mais facilidade. As imagens do monitor tiveram um impacto maior devido a cor dos planos e a identificação mais rápida, e mesmo a distância, da relação das vistas principais e sua projeção no plano correspondente. O fundo roxo e o plano vertical; o plano horizontal e a placa laranja e o plano de perfil com o revestimento rosa.

As projeções ficaram um pouco mais distorcidas, com o efeito de conicidade maior devido à proximidade das lentes. A compreensão da diferença entre a projeção cônica e a projeção cilíndrica ortogonal foi lembrada e os alunos fizeram a compensação destas projeções nas imagens do monitor. Na figura 37, destacamos a vista superior do conjunto na qual podemos observar a inclinação da reta vertical na altura da caixa, esta deveria ser reduzida a um ponto. É possível alterar a posição de cada câmera do mecanismo e, nesse caso, com o deslocamento da câmera responsável pela vista superior era possível entender a projeção desse tipo de reta.

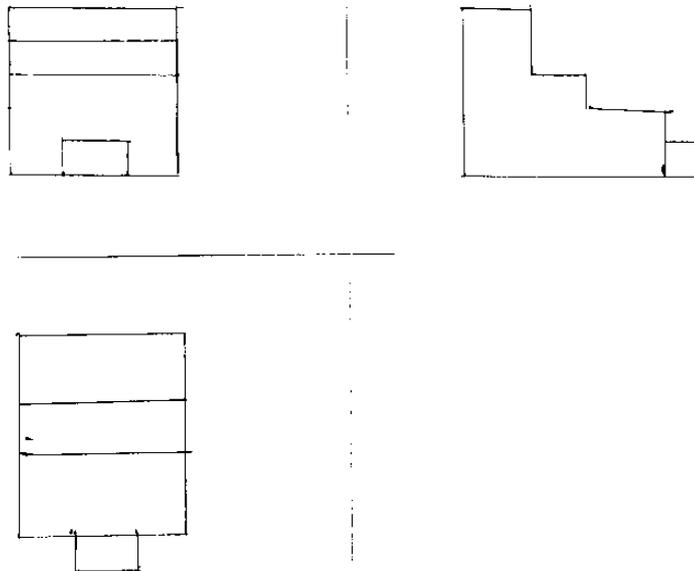
Diferentes arranjos foram testados durante essa atividade, com inclusão ou retirada de caixas para compor novos conjuntos. A figura 38 foi realizada com a adição e troca da posição de caixas pelos alunos.

Figura 37- Apoios menores com tubos metálicos e base de madeira. Planos de papelão revestido com EVA: plano horizontal (laranja); plano vertical (roxo) e plano de perfil (rosa).



Fonte: Foto do autor.

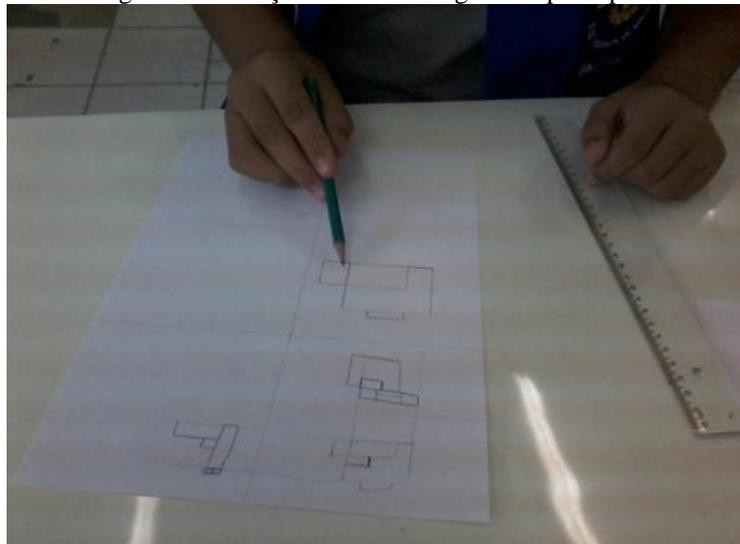
Figura 38- Folha de resposta da sessão .



Fonte: Acervo digital do autor.

Os arranjos com as caixas foram bem aproveitados e o número de trabalhos dos alunos aumentou em relação ao grupo do ano anterior, sem o recurso do sistema em vídeo. As imagens geradas foram constantemente consultadas pelos alunos para redimir as dúvidas da representação dos conjuntos de caixas para estudos das projeções dos sólidos. Na Figura 39, está o registro da aluna realizando a tarefa com outro arranjo de caixa. O rendimento das tarefas foi maior em quantidade e tempo. Ganhamos em produção nessa fase de introdução dos conceitos do desenho projetivo.

Figura 39 -Esboço das vistas ortográficas principais.



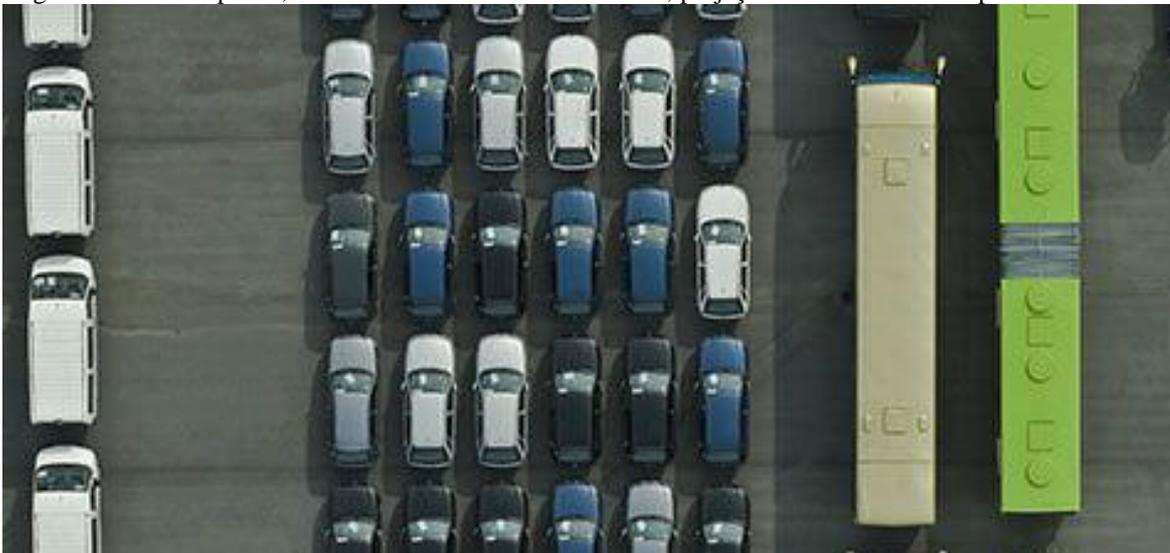
Fonte: foto do autor.

A distorção causada pela lente da câmera, o aspecto de perspectiva cônica, é bem próximo ao que é visto com as caixas observadas a olho nu. Recorremos para entendimento dessas expressões à memória dos alunos, de como é a projeção à luz do sol, como fonte de luz no infinito ao meio dia, e à brincadeira de fazer sombras com a mão à luz da vela ou com uma lanterna.

Comparamos também a distorção causada pelas câmeras fotográficas, cuja imagem se assemelha ao mecanismo de nossa visão. Neste ponto da aula destacamos a importância e a diferença entre a perspectiva cônica e a perspectiva paralela, ou axonométrica. Para o desenho técnico, mais do que a aparência e o impacto visual, necessitamos de uma expressão que tenha rigor com a medida das dimensões de arestas e ângulos.

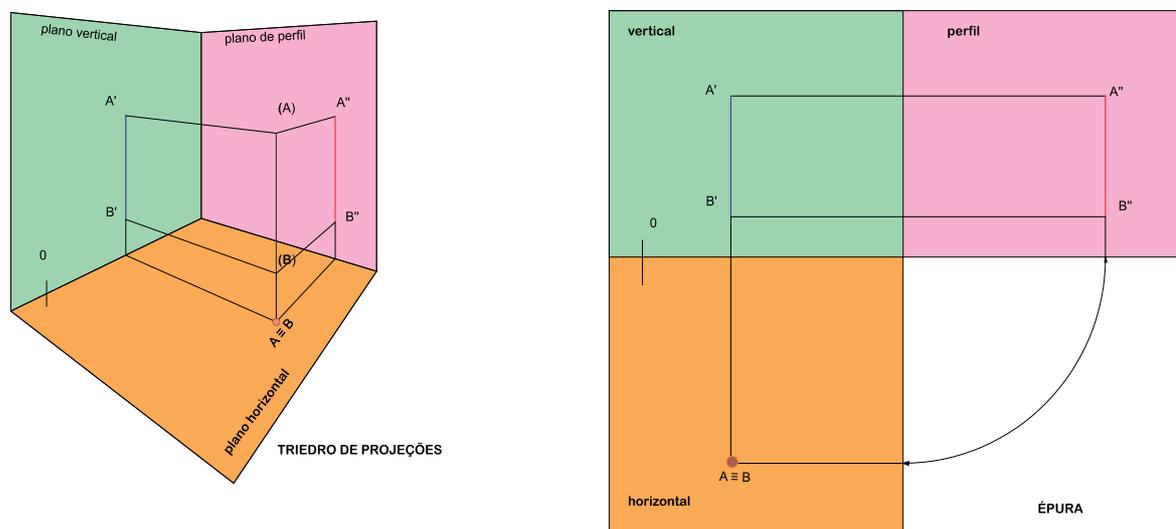
Cada aspecto visual seja de frente, de cima ou lateralmente, suprime uma das dimensões. Na vista superior, apenas representamos o comprimento e a largura, pois a altura é uma reta vertical e os dois vértices se projetam em um único ponto, como observar os ônibus estacionados no pátio na foto aérea da Figura 40. Iniciamos com essa imagem a observação das projeções das retas no diedro de projeções. Na Figura 41 apresentamos parte do material distribuído aos alunos para associarem este conceito e a maneira de como se faz a representação em Épura.

Figura 40- Vista superior, a altura dos ônibus não fica visível, projeção da reta vertical no plano horizontal.



Fonte: Disponível em <<https://www.fotografiasaereas.com.br/banco-de-imagens/automoveis/vista-aerea-de-carros-tratores-onibus-pickups-e-vans-1/>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

Figura 41- Reta vertical no primeiro diedro e sua Épura.



Fonte: Desenho do autor.

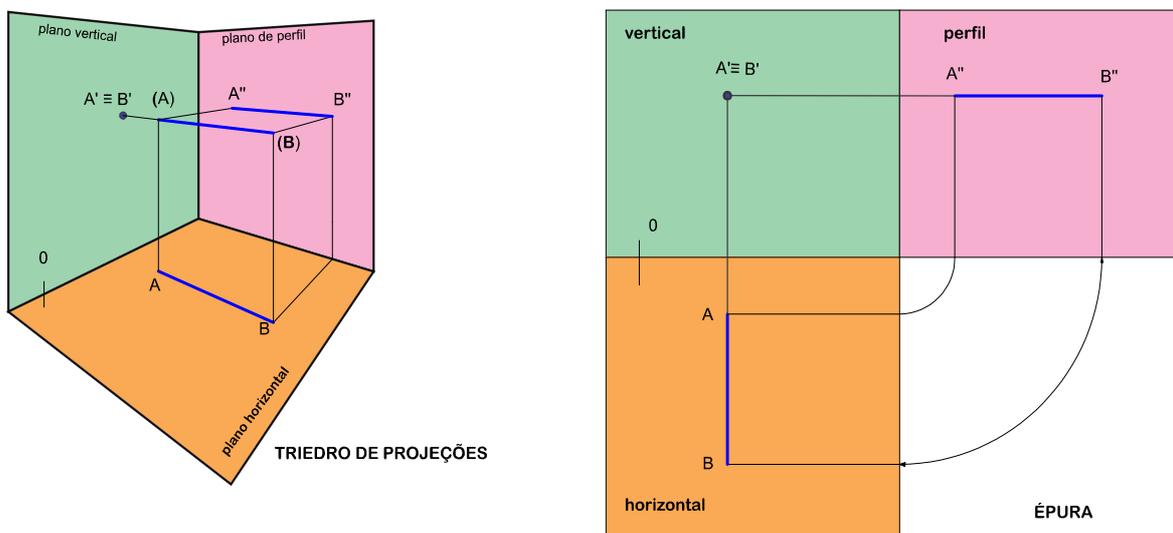
A Figura 42 é outro exemplo utilizado para iniciar o estudo das posições das retas e suas projeções nos planos. A Figura 43 mostra o meio para criar a imagem da reta de topo, cuja projeção no plano vertical é representada por um ponto.

Figura 42- Exemplo de projeção de topo, redução de uma dimensão a um ponto.



Fonte: Disponível em <http://4.bp.blogspot.com/-G-Kd2yLlePo/UI2O_zLURml/AAAAAAAAA0Y/hQ8bWdMnXaU/s1600/A1%C3%A7a+e+Massa+de+Mira+no+Tiro+com+Arco.jpg>. Acesso em 28 jul. 2015.

Figura 43- Reta de topo no primeiro diedro e sua Épura.



Fonte: Desenho do autor.

3.6 Terceira aplicação

Nessas etapas, observamos que os alunos já estavam mais acostumados ao equipamento. A novidade, como ocorreu nas sessões anteriores nos comentários com: “Hoje vai ter vídeo?”, já estava superada. O trabalho flui e o aparato tecnológico não atrapalha, no sentido de observar o funcionamento ao invés de ver o produto gerado.

Na terceira aplicação com aula, o tema desenvolvido foi o estudo das coordenadas do ponto e sua representação em *épura*. Nesta sessão voltamos a utilizar os apoios mais altos, pois a distorção diminui com a distância maior da câmera para o objeto. O apoio à exposição das coordenadas (abscissa, afastamento e cota), foi o diferencial desta aula, por meio dos planos coloridos e a indicação dos termos de localização do ponto no triedro (Figura 44). O professor fica mais livre para acompanhar e provocar mais o raciocínio dos alunos, tendo as imagens do vídeo como mediadoras, tanto para recurso da explicação, como para a observação em conjunto dos alunos.

Figura 44 - Sistema montado na terceira aplicação.



Fonte: Foto do autor.

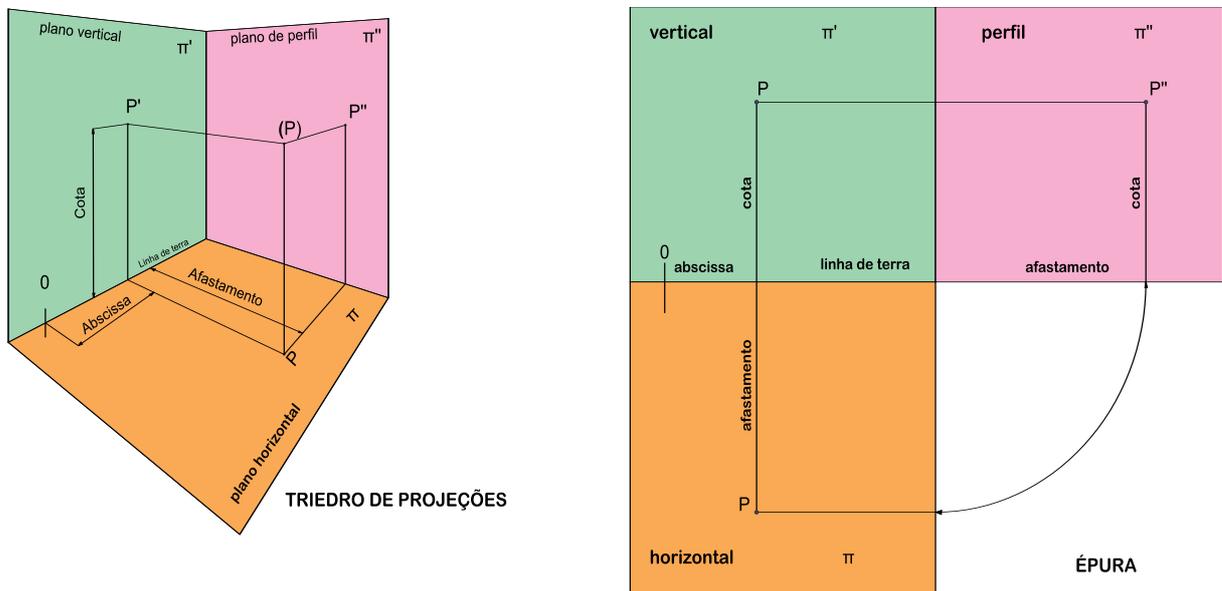
A aula, com apoio do conjunto de câmeras e monitor, fica menos dependente de uma rotina demorada e exaustiva de explicação comparada a uma aula expositiva apenas com emprego do quadro branco ou de giz. O interesse pelas imagens geradas, o colorido e a ação simultânea, causam mais empatia e dinamismo que no período de conteúdo teórico.

Partimos para o estudo das coordenadas de um ponto e sua localização no triedro de projeções (Figura 45). As denominações de:

1. Abscissa (AB): Posição marcada sobre a linha de terra tendo um ponto zero como referência;
2. Afastamento (AF): Distância entre o ponto e o plano vertical;
3. Cota (CO): Altura que o ponto assume em relação ao plano horizontal.

(P) [AB; AF; CO]

Figura 45 – Representação das coordenadas do ponto no espaço.



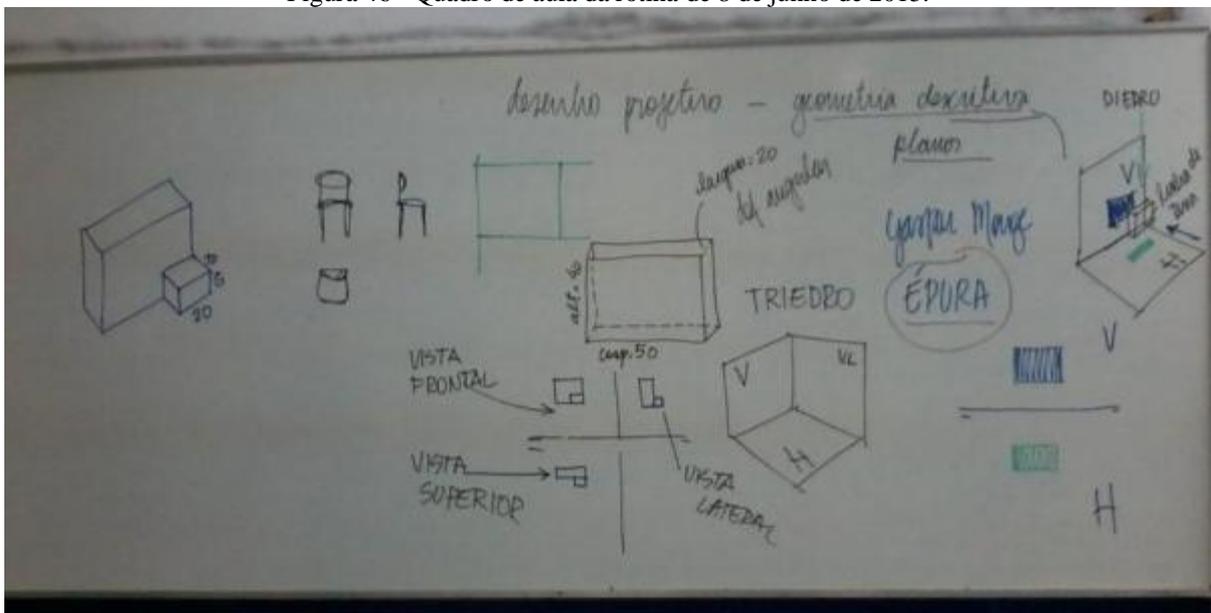
Fonte: Desenho do autor

Muitas dúvidas são respondidas pelos companheiros que têm uma percepção mais apurada e a investigação flui mais naturalmente. Os novos conceitos são incorporados com mais facilidade, por exemplo, a figuração das coordenadas com a identificação das coordenadas na maquete do diedro. Os nomes carregam uma dificuldade de assimilação, com

exceção de afastamento, que tem significado mais próximo do que representa. Com a colocação das pistas no modelo, os alunos criam um elo mais forte para a representação no papel. Um reforço como destacado por Vigotski ao fazer a imagem com a “marca deixada pela roda na terra mole” (2014, p.2), porque o professor não deve temer ao empregar pistas ou atalhos, faz parte do seu papel de facilitador da aprendizagem, como os lembretes que anotamos em nossas agendas de compromissos. Empregar o reforço para elaborar o conceito e construir o conhecimento.

A seguir expomos parte da rotina das aulas com o uso do quadro para explicação do tema. O quadro exposto na Figura 46 representa a exposição após a sessão da primeira aplicação do sistema, para organizar as informações que foram geradas com as imagens do monitor.

Figura 46 - Quadro de aula da rotina de 8 de junho de 2015.



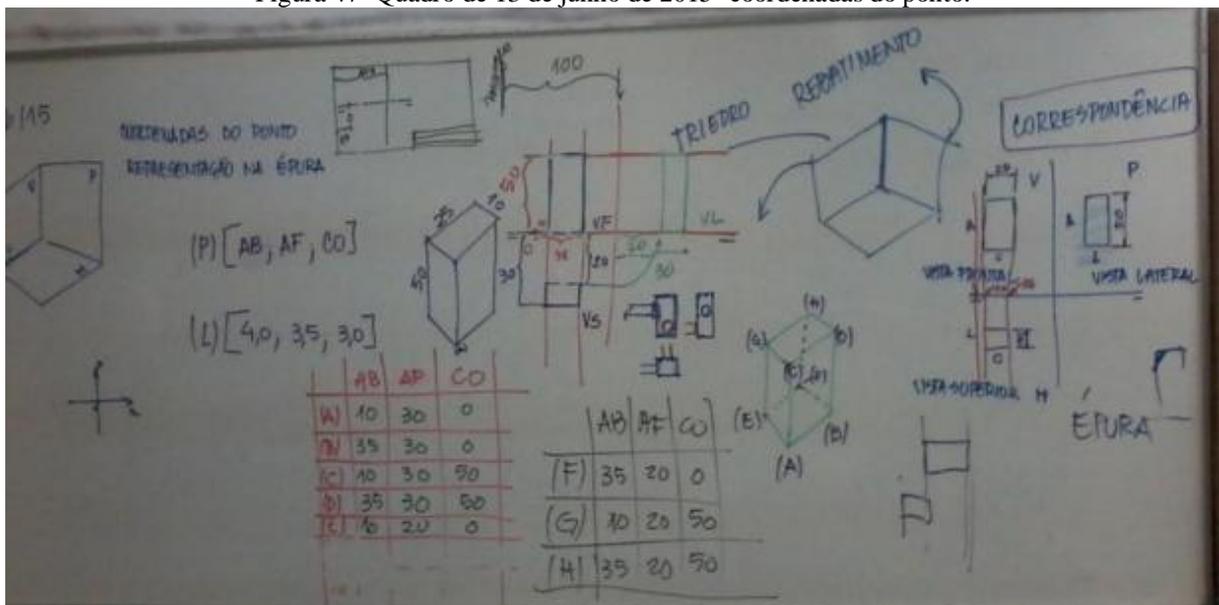
Fonte: Foto do autor.

Em 2014, com a aula sem apoio do aplicativo, o entendimento do rebatimento dos planos do diedro para a formação da Épura, foi mais demorado. Entender que a projeção formada no plano, apesar do recurso da imagem projetada como sombra, passava por um tempo mais lento de assimilação e a ligação entre os conceitos do desenho projetivo, a representação bidimensional de um objeto tridimensional, ficava mais complicada. Com o

emprego das imagens dos modelos que podem ser movimentados e a geração da écura simultânea, significou um grande rendimento na produção dos exercícios. Para a primeira aula conseguimos elaborar a Écura de quatro conjuntos de embalagens.

Na terceira aplicação estudamos as coordenadas do ponto. A partir do modelo do diedro, identificamos os elementos e depois partimos para a exposição no quadro (Figura 47), com a sequência do processo analítico que associa o esboço, aspecto visual, e as dimensões para a representação com auxílio de folha quadriculada e de malha isométrica. Mais uma vez observamos o rendimento em função do ano anterior, em termos de tempo de resposta do problema a ser resolvido. Avançamos até na representação de peças com plano inclinado e a dedução de como é desenhado nas projeções.

Figura 47- Quadro de 13 de junho de 2015- coordenadas do ponto.



Fonte: Foto do autor.

3.7 Quarta aplicação

A opção por utilizar caixas de produtos como modelos orientou nossa alteração no sistema. Aproveitando de seus recursos visuais de composição como: tipologia de letra; formas empregadas na caixa; identificação do aspecto principal da caixa de acordo com a posição que será exposta na prateleira. A principal mudança nesta fase foi a alteração dos planos de projeção para placa de poliestireno leitoso branco, com a finalidade de obter maior

destaque do modelo pelo contraste entre figura e fundo. Os objetos ganharam destaque, melhor percepção de seu volume e mais qualidade na imagem do monitor.

Figura 48- Adaptação do dispositivo com as placas de poliestireno.



Fonte: Fotos e composição do autor.

A atividade desenvolvida nesta fase teve como foco as posições das retas, identificação dos tipos de retas e suas respectivas projeções. A dificuldade encontrada neste tópico é entender as projeções coincidentes de projeção de pontos. Um segmento de reta de topo, por exemplo, têm como projeção vertical apenas um ponto e sua vista superior como um segmento de reta. O apoio com o cubo mágico, Figura 49, e a visualização de suas vistas ortográficas, foi essencial nesta parte do estudo. Os alunos conseguiram compreender a simultaneidade das projeções dos pontos observando as imagens geradas no monitor. Como exercício de fixação, foi distribuída uma folha com o desenho do cubo mágico e as imagens

das projeções das retas para que os alunos pintassem as faces de acordo com as cores da imagem (Figura 50). Além disso, eles identificavam nas coordenadas dos segmentos - arestas do cubo, qual coordenada se mantinha ou variava de valor.

Figura 49 – Aplicação da atividade com cubo mágico, identificação das faces projetadas e pintura da folha de atividade.



Fonte: Foto de Marcelo Bairral.

Figura 50- Folha de atividade com manipulação do cubo mágico em aula.

FRONTO-HORIZONTAL		TOPO		VERTICAL		FRONTAL	
	ABSCISSA- AFASTAMENTO- COTA -		AB AF CO		AB AF CO		AB AF CO
PERFIL		HORIZONTAL		QUALQUER			
	AB AF CO		AB AF CO		AB AF CO		

Fonte: Acervo digital do autor.

Outro material de apoio foi o cubo de acrílico com as fitas de led e com interruptores para seleção das retas e sua visualização (Figura 51). Pela identificação das arestas do cubo mágico, os alunos identificaram as retas de topo, frontohorizontal e vertical; para depois compreenderem as demais posições. A folha de registro das observações contava com espaço para registro das coordenadas que apresentavam variação ou ficavam constantes.

Figura 51 – Registro da sessão na sala de aula com a utilização de projetor no lugar do monitor de vídeo.



Fonte: Fotos do autor.

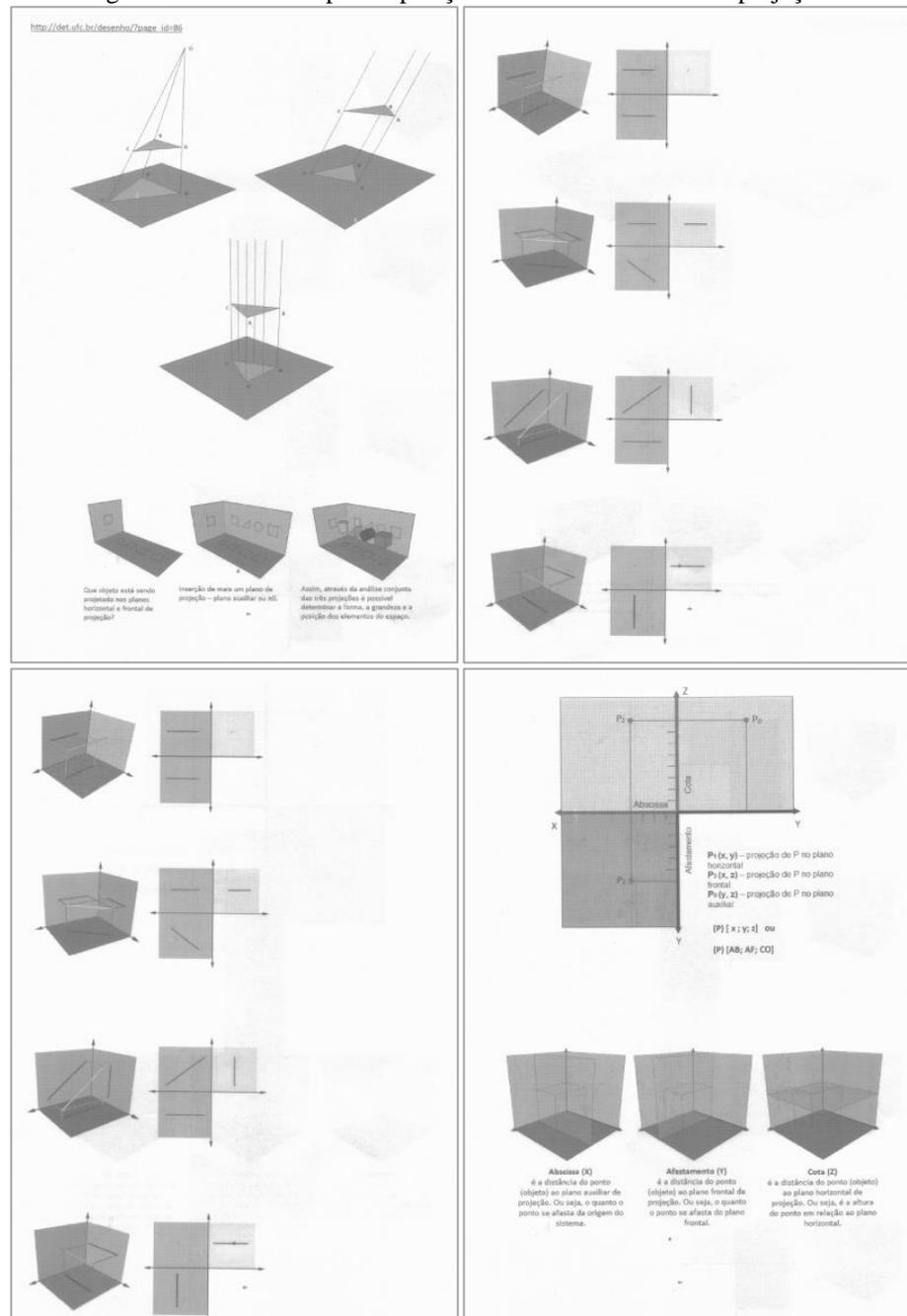
Além disso, contamos com uma folha impressa (Figura 52), com resumo da teoria das projeções para reforço da atividade.

A rotina da aplicação:

- a) Observação e pintura das faces projetadas de um cubo mágico;
 - b) Observação das retas, fitas acesas e verificação das projeções na projeção no quadro.
- Neste caso contamos com apoio de um projetor e, conseqüentemente, produção de uma imagem de dimensões maiores;

- c) Análise das projeções com denominação das coordenadas do ponto (Abscissa, Afastamento e Cota);
- d) Identificação nas folhas das retas e anotação das coordenadas variáveis e fixas.

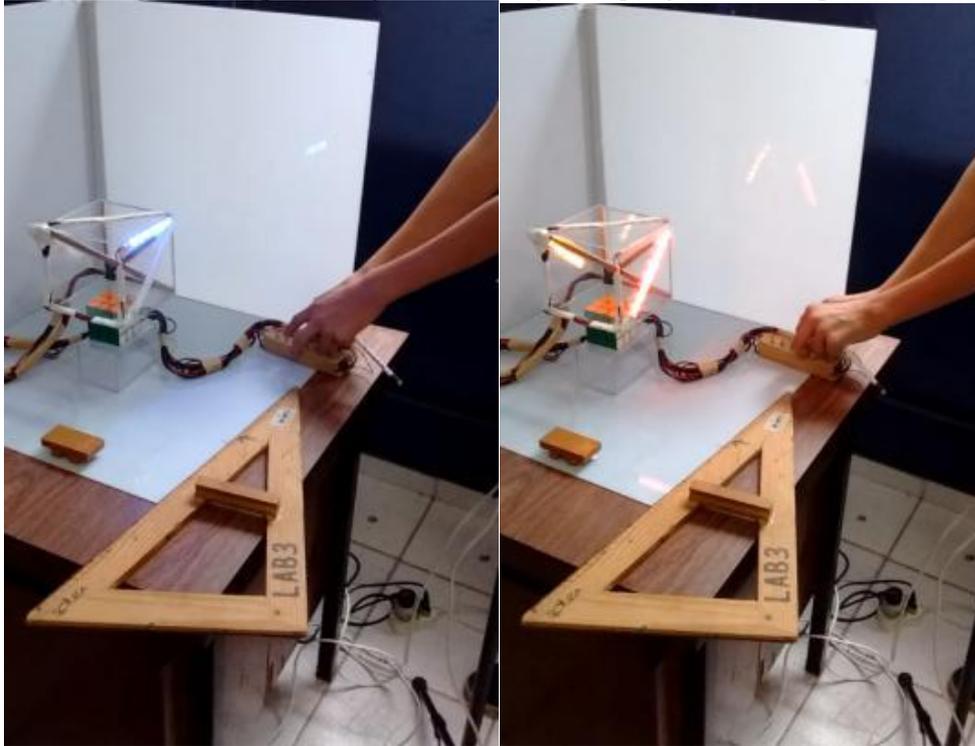
Figura 52- Material impresso posições das retas no triedro de projeções.



Fonte: Acervo digital da pesquisa.

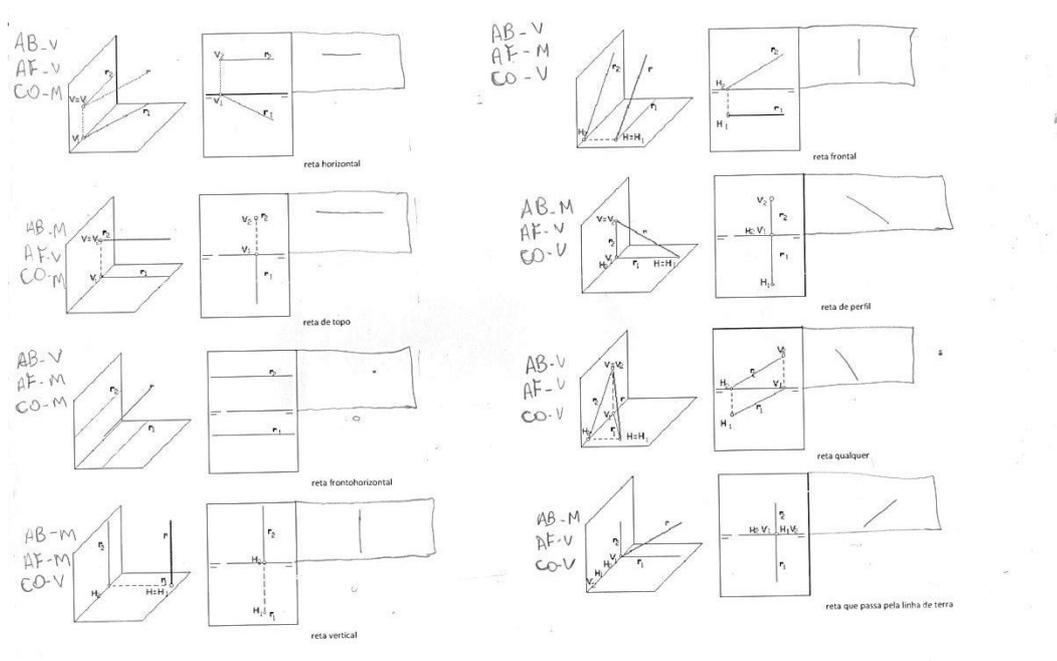
A manipulação dos interruptores que comandavam cada fita de led (Figura 53), surtiu mais efeito que a atividade com o cubo mágico. A experiência de observar cada segmento iluminado e sua projeção revelada no monitor, era anotada na folha da Figura 54.

Figura 53- Experimentação e identificação das posições das retas por um aluno.



Fonte: Foto do autor.

Figura 54- Atividade de projeções de retas com auxílio do cubo com fitas de led.



Fonte: Acervo digital da pesquisa.

Nesta sessão podemos observar a espontaneidade dos alunos, posando como modelo e solicitando aos colegas que fizessem fotos dele perante as câmeras do mecanismo, e sua imagem multiplicada na projeção do quadro. Com a utilização dos apoios maiores para as câmeras, foi possível que o aluno se posicionasse diante das câmeras. Nesta fase alteramos a câmera para a lente de 6,0 mm, por isso a imagem tem concentração no rosto do modelo.

Figura 55- Interação com o aplicativo em sala de aula.



Fonte: Foto do autor.

CAPÍTULO 4 VISUALIZAR ALGUNS PONTOS PARA CONCLUSÕES

*Não: não quero nada
Já disse que não quero nada.
Não me venham com conclusões!
A única conclusão é morrer.
Álvaro de Campos*

O que podemos observar no decorrer das atividades nas aulas, pelos comentários dos alunos e da troca de opiniões com os professores, foi da facilidade da visualização das vistas e a discussão gerada com base nas imagens. Nas sessões, percebemos a diferença na rotina da aula proporcionada pelo sistema. Em 2014, nas aulas iniciais de GD, contávamos com pequenas peças de madeira ou caixas de produtos que manipulávamos frente à turma. O grupo, geralmente em torno de 15 a 20 alunos, se agrupava em volta da mesa e não tínhamos como garantir o mesmo ponto de vista de cada aluno para o entendimento da projeção ortogonal. Mesmo com o apoio de ilustrações que representavam a projeção de sólidos nos planos, caíamos em um repertório de soluções que provocava exercícios de repetição sem reflexão. A diferença é que, neste aplicativo, a câmera assume o olho do observador e a imagem gerada no monitor, colorida, próxima à realidade observada, provoca um entendimento mais rápido das projeções. Os alunos também criaram um movimento de consultar a imagem no monitor para ter a referência do desenho, identificamos a mediação (VIGOTSKI, 1998 e 2008) sendo realizada pelo equipamento. Ou seja, o aluno criando um vínculo de seu raciocínio com o problema proposto, sem a interferência ou auxílio do professor. As pistas ou atalhos que observamos no processo observado por Vigotski, que acabou superando o papel do professor como mediador e o estudante assumindo o papel de protagonista na resolução do exercício.

Após a terceira sessão com apoio das câmeras, realizamos uma aula sem as imagens. Trabalhamos o conceito das coordenadas do ponto, como em um jogo de batalha naval em três dimensões. Quando algum entrave acontecia, recorriamos à lembrança da aula anterior, provocando a criação de uma imagem mental, definida por Veloso (1998), como necessária para a visualização.

Ao desenvolver os processos de aplicação e ajuste, temos a meta de aplicar mais dois tipos de atividades. A primeira com o estudo da posição das retas com apoio da construção de

um cubo com lâmpadas de led, ressaltando as oito posições das retas no triedro de projeções. Associar as vistas ortográficas ao estudo das escalas e aplicar o estudo de médio e macro espaço (GIMENEZ; FORTUNY, 1998, *apud* BAIRRAL, 2012).

Acreditamos que a pesquisa é fruto da continuidade de trabalhos de pesquisadores que estudam as aplicações da GD e seu aprendizado. Também entendemos que nosso estudo pode contribuir para a comunidade científica no sentido de:

- Elaborar e aplicar uma prática que desenvolva o olhar de forma intuitiva para favorecer o aprendizado dos conceitos de Geometria Descritiva e facilite a visualização do sistema triédrico e suas projeções.
- Experimentar alterações na disposição de conjuntos de sólidos ou posições de objetos no triedro de projeções para explorar as relações de proporção.

As sessões de oficinas oferecidas após as aplicações nas turmas regulares confirmou o funcionamento do equipamento. Houve a integração dos pontos de vista e a construção de uma base plausível para a discussão sobre a visualização. O que era discutido, tendo como base imagens impressas que alude a tridimensionalidade, sem ter antes construído o conceito de espacialidade, não gerava um resgate da memória e as referências dos alunos em seu repertório de experiência. O papel das projeções, a sobreposição de pontos nas vistas ortográficas, ficou mais esclarecido com a discussão sobre as imagens geradas pelo dispositivo e a discussão gerada pelos alunos. Mesmo que as imagens geradas pelas câmeras apresentassem a distorção pelo tipo de lente, aproximando a imagem da visão cônica, isto era logo compensado na interpretação das vistas ortográficas.

Houve um ganho significativo com as observações dos participantes das sessões. Destacamos aqui a respeito da qualidade dos planos de projeção e destaque entre figura e fundo e controle da iluminação dos objetos; a sugestão da produção da projeção com utilização de um ponto de luz, uma lanterna, destacando a projeção do objeto nos planos.

A assertiva do direcionamento da pesquisa, utilizando metodologia transparente da DBR (página 66), transformou o aplicativo e suas práticas decorrentes em um objeto de estudo transformável, até o presente momento, conferindo uma característica de não imposição tecnológica sobre a prática de diálogo da turma ou dos grupos da oficina. Destaque

para a valorização da interação entre os participantes e a discussão provocada para uma efetiva construção do conhecimento.

Não esgotamos aqui as possibilidades de alterações, adaptações e proposições com o uso das câmeras de segurança para estudo e concepção da visualização. Os conceitos desenvolvidos por Vigotski como mediação seja pelo mecanismo ou pela interação entre as pessoas; a construção do conhecimento pela troca de experiências no meio social; a concretização da zona de desenvolvimento proximal e o equilíbrio entre os participantes do grupo.

Aqui desenvolvemos atividades presenciais ligadas à prática do desenho manual. Tivemos como foco a construção do raciocínio espacial e a visualização. Propomos dois eixos para o desdobramento deste trabalho:

- a) Prática com *softwares* e aplicativos para computadores, *tablets* e celulares;
- b) Experimentação com o ensino a distância, desenvolvimento de atividades com auxílio de vídeo.

Além dessas sugestões, esperamos novas contribuições que integrem os tópicos da Geometria ao conteúdo de outras disciplinas, e até mais, diminuir a compartimentação do ensino. Observar os desenhos de seções em células, partes do corpo em Biologia; as vistas superiores dos mapas de Geografia; as narrativas que descrevem um espaço como a música “Casa no Campo” de Zé Rodrix e Tavito, que foi questão do teste de habilidade específica em 2008 para a UFRJ. Não separar o processo cognitivo e emocional, e integrar as áreas de ciências e Artes, como defendeu Antonio Damásio em 2006 na Conferencia Mundial de Educação Artística, realizada pela UNESCO¹². Apostamos em uma continuidade deste projeto que abranja a qualidade da visualização e re-significar o papel do aprendizado em Geometria.

¹² Disponível em: <<https://www.publico.pt/sociedade/jornal/e-muito-mais-facil-ensinar-matematica--e-ciencia-do-que-artes-67080>>. Acesso em 3 fev./2016.

“As representações externas têm um caráter absoluto ou individual?” (GUTIÉRREZ, 1996, p.196). Outros estudos podem complementar os aspectos da visualização, as maneiras de abordar e a forma de como as pessoas internalizam essas imagens. Questões que podem ser abordadas em um estudo mais dedicado a este tema, aprofundando nossa questão em ter um aplicativo que gerasse uma visualização comum, mas levantar indagações de como são criadas as imagens mentais de cada observador após a experimentação com o mecanismo.

Neste tipo de pesquisa não há uma conclusão em definitivo. Como uma obra aberta em processo de construção, iremos limitar sua aplicação para análise a um tempo de primeiras impressões. Não é um processo conclusivo e este trabalho está aberto a outras adaptações. Finalizamos aqui com as palavras de um Mestre em carinho e reflexão ativa:

Há uma relação entre a alegria necessária à atividade educativa e a esperança. A esperança de que um professor e alunos juntos podemos aprender, ensinar, inquietar-nos, produzir e juntos igualmente resistir aos obstáculos a nossa alegria. (FREIRE, 2004, p. 72)

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C. **Ofício em cena - Fernanda Torres**. Roteiro Ramoneda, B e Camoseli, E Globo News, 2015 disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/oficio-em-cena/videos/v/oficio-em-cena-eu-nao-nasci-para-fazer-a-mocinha-revela-fernanda-torres/4600863/>> . Acesso em 10 jan 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10067**: Princípios gerais da representação em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

ASSUMPCÃO, A.L., CASTRAL, P.C. **Caderno de viagem: um estudo das relações entre o desenho e as ações perceptivas sobre o espaço na escola do porto**. Apresentado ao XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho. Florianópolis, 2013 Disponível em: <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/GRAPHICA2013_assumpcao_castral_-CADERNO-DE-VIAGEM-UM-ESTUDO-DAS-RELACOES-ENTRE-O-DESENHO-E-AS-ACOES-PERCEPTIVAS-SOBRE-O-ESPACO-NA-ESCOLA-DO-PORTO.pdf> . Acesso em: 30 jul. 2015.

AUMONT, J. **A Imagem**. Campinas: Papirus, 1993

BACHMANN, A.; FORBERG, R. **Desenho Técnico**. Porto Alegre, Editora Globo, 1977.

BAIRRAL, M. A. **Discurso, interação e aprendizagem matemática em ambientes virtuais a distância**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2007.

_____. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação e Educação Matemática**. Série InovaComTic (v. 1). Rio de Janeiro: Edur, 2009.

_____. O desenvolvimento do pensamento geométrico na Educação Infantil: Algumas perspectivas conceituais e curriculares. In CARVALHO, M.; BAIRRAL M. A. **Matemática e Educação Infantil: Investigações e possibilidades de práticas pedagógicas**. Petrópolis: Vozes, 2012. p.162-186.

BROWN, A. L. (1992). **Design experiments**: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.

CAVALCANTI, L. **Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos**: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. In: *Cadernos CEDES*, V. 25, Nº 66, 2005.

COBB, P., CONFREY, J., DISESSA, A., LEHRER, R., & SCHAUBLE, L. Design experiments in educational research. **Educational Researcher**, 32(I), 9-13. (2003).

COLLINS, A.; JOSEPH, D.; BIELACZYK, K. Design Research: Theoretical and Methodological Issues. **The Journal of the Learning Sciences**, 13(1), 15-42, 2004.

COSTA, M.V. **A Escola tem futuro?** Rio de Janeiro: DP&A EDITORA, 2003.

FERRAZ, M.H.C.T.; FUSARI, M.F.R. **Metodologia do ensino de Arte**. São Paulo: Cortez, 2009.

FERREIRA, P.; MICELLI, M. T. **Desenho técnico básico**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2003.

FICHTNER, B. **Introdução na abordagem histórico-cultural de Vygotsky e seus colaboradores**. 2010. Disponível em: <http://www3.fe.usp.br/secoes/inst/novo/agenda_eventos/docente/PDF_SWF/226Reader%20Vygotskij.pdf>. Acesso em 20 dez. 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

_____. **Educação como prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FRIEDRICH, J. **Lev Vigotski. Mediação, aprendizagem e desenvolvimento. Uma leitura filosófica e epistemológica**. Campinas: Mercado de Letras, 2012.

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. Disponível em: <<http://146.164.2.115/F/31B6GVK2D46K1UA61EPJXGM1PQ8HYQADQRG9R2B34UNEMFV1AC-30254?func=short-rank&action=RANK&W01=Todos&W02=os&W03=Campos=&W04=gani&W05=danusa>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

_____. **O pensamento peculiar da geometria descritiva**. Revista Educação Gráfica v. 17 nº3, 2013. ISSN 2179-7374. Disponível em: <<http://www.educacaografica.inf.br/artigos/o-pensamento-peculiar-da-geometria-descritiva>>. Acesso em 14 fev. 2015.

IZAR, S.B. **Explorando o conceito de Homotetia com alunos do ensino fundamental: uma abordagem com aplicativos dinâmicos inspirada na cultura visual**. Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares). Seropédica, PPGEduc / UFRRJ, 2014.

IZAR, S.B., BRAVO, G. **Visão e vistas**. I Seminário Pesquisas e Práticas Pedagógicas – Linguagem Visual e Educação Básica I SEMINARIO LEDEN ISBN 978-85-89382-07-6 . Rio de Janeiro: UERJ, 2007.

KENSKI, V. M. **Novas tecnologias. O redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente**. Apresentado na XX Reunião da ANPED. Caxambu, 1997. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/rbedu/n08/n08a06.pdf>>. Acesso em 15 de julho de 2013.

KOPKE, R. Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia. **Revista Escola de Minas** vol. 54 nº1. Ouro Preto, jan. / mar. 2001 acesso em 15 de julho de 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000100008>>. Acesso em: 3 set. 2014.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo, Editora 34, 2010.

_____. **O que é virtual**. São Paulo: Editora 34, 2011.

MALHADAS, D. *et al.* **Dicionário grego-português**. Cotia, Ateliê Editorial, 2007.

MARCONI, R., DIAS, M. **O ensino de geometria descritiva em escolas de arquitetura brasileiras e as ferramentas CAD**. Revista Educação Gráfica, v. 18 n. 1, 2014 ISSN 2179-7374. Disponível em: <<http://www.educacaografica.inf.br/artigos/o-ensino-de-geometria-descritiva-em-escolas-de-arquitetura-brasileiras-e-as-ferramentas-cad>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

MARQUES, W. BAIRRAL, M. **Na calculadora é ponto ou vírgula? Analisando interações discentes sob as lentes de Vigotsky e Bakhtin**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2014.

MATTA, A. E. R., SILVA, F. D. P. S., & BOAVENTURA, E. M. **Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI**. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador v.23 (42), p.23-36. Jul/dez 2014. Disponível em: <<http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/viewFile/1025/705>>. Acesso em: 20 de jun. 2015

MISKULIN, R. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino/aprendizagem da geometria**. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Estadual de Campinas. 1999. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000246712&fd=y>>. Acesso em: 15 out. 2014.

MONIZ, C. **Visualização espacial na perspectiva da Epistemologia Genética**. Dissertação (Mestrado apresentada a UFRGS). Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/71275/000879207.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 ago. 2013.

MONTENEGRO, G. **Geometria descritiva**. v. 1 São Paulo: Editora Blücher, 2002.

_____. **Inteligência visual e 3-D**. São Paulo: Editora Blücher, 2005.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 4. ed. rev. Porto Alegre: Sulina, 2011a.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2011b.

_____. **É preciso ensinar a compreensão humana**. Programa Milênio, Fronteiras do Pensamento, 2015. Disponível em: <<http://www.fronteiras.com/entrevistas/edgar-morin-compreensao-humana>>. Acesso em: 4 ago. 2015.

PINHEIRO, V.A. **Noções de Geometria Descritiva V.1**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1971.

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

PRÍNCIPE JUNIOR, A. **Noções de Geometria Descritiva**. vol. I. Rio de Janeiro, Nobel, 1983.

POWELL, A.; BAIRRAL, M. **A escrita e o pensamento matemático: Interações e potencialidades**. Campinas: Papyrus, 2006.

POWELL, A. Construção colaborativa do conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo de professores de matemática. **BOLETIM GEPEM** (eISSN: 2176-2988) Nº 64 – JAN. / JUN. 2014 pág.88 – 103. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/SEER/index.php?journal=gepem&page=article&op=view&path%5B%5D=1666>>. Acesso em 20 nov. 2014.

SARAMAGO, J. **Ensaio sobre a cegueira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

SILVA, C. **Proposta de aprendizagem sobre a importância do desenho geométrico e da geometria descritiva**. Dissertação (Mestrado em Educação). Curitiba: PUC-PR, 2006. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp033946.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2014.

SILVA, M. **Educação online**. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

_____. **Sala de aula interativa**. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

SILVEIRA, JOSÉ E.C. **Investigação de metodologia de ensino de geometria descritiva**. Curitiba, Graphica: 2007. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/INVESTIGACAO.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2015.

SKLIAR, C. **Desobedecer a linguagem: educar**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

SPECK, HENDERSON J.; PEIXOTO, VIRGÍLIO V. **Manual de desenho técnico**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

VASCONCELLOS, M. **Quando a Psicoterapia trava**. São Paulo: Ágora, 2007.

VELOSO, E. **Geometria: temas actuais: materiais para professores**. Lisboa: IIE, p.125-134. 1998.

VIGOTSKI, L. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1998.

_____. **Pensamento e linguagem**. 4ªed. São Paulo, Martins Fontes, 2008.

_____. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo, Ícone, 2014.

_____. **Imaginação e criatividade na infância**. São Paulo, Editora WMF Martins Fontes, 2014.

VOLLMER, D. **Desenho Técnico**. Rio de Janeiro: LTC Livros Tecnicos e Científicos, 1982.

ANEXOS

Tabela 1: Etapas de elaboração do sistema

Anotações da construção do sistema de câmeras de segurança e seus usos			
Maio e junho de 2014	Pesquisa de produtos para montagem do sistema e levantamento de orçamentos.		
Julho	Assumi como bolsista Capes no grupo Gepeticem OBEDUC.	Planejamento de compra do equipamento com a bolsa Capes.	Primeiro depósito em 5 de agosto de 2014.
19 de agosto de 2014	Aquisição do equipamento.	3 câmeras de segurança, 1 dvr, 1 HD.	Empresa Sigtec Distribuidora de Eletrônicos Av Dr. Salles Teixeira, 585 loja B Moquetá- Nova Iguaçu 37734609.
8 de setembro de 2014	Montagem do equipamento.	Não consegui montar o sistema sozinho e pedi assistência à Andreia indicada pelo Sr. Eduardo da Sigtec.	Andreia 77179897 e 998373242
18 de setembro de 2014	Fotos com o sistema para apresentação do trabalho no GT6 e Fórum da Rural.		Teste 1
	Edição de painel para apresentação		
4 de outubro de 2014	Apresentação do trabalho em pôster no GT6 SBEM - UERJ	Na sexta dia 3 apresentação do tema na sala de comunicação científica 02, comentários e indicação de consulta à tese da prof. ^a Dr ^a Rosana Muskilin.	
7 de outubro de 2014	Apresentação do trabalho no IX Fórum Discente da UFRRJ.	Apresentação do painel as 13:00 no Instituto de Educação UFRRJ. Avaliação da Prof ^a Dr ^a Marcia Plestch.	

Outubro	Ajustes nos apoios das câmeras.	Os apoios das câmeras estavam instáveis e de difícil regulagem para o posicionamento das câmeras.	
		Pesquisa de tubos de alumínio e sistema de regulagem.	
		Pesquisa de tubos de metalon.	
24 de novembro de 2014	Oficina <i>Como cortar o bolo?</i>	Oficina importante para estudar a interação entre os alunos, o objeto de estudo e a gravação do vídeo para registro.	
Janeiro de 2015	Adaptação do sistema	Compra de 2 expositores para pôsteres com ajuste e base reguláveis.	Reformulação
Fevereiro		Teste com sólidos utilizados na ETEVM.	Teste 2
		Proposta de construção de novos modelos para estudar os conceitos básicos de coordenadas da Geometria descritiva (abscissa, afastamento, cota) e posições da reta no diedro.	
Março		Com início das aulas adiado pela FAETEC, alterei a programação de usar o sistema com as turmas para maio de 2015.	
02/mar	Oficina <i>Uma volta na circunferência. Quem é Pi?</i>	Trabalho importante para medir a interferência do professor na pesquisa dos alunos.	
Abril	Montagem em casa		Teste 3
21/mai	Montagem em casa		Teste 4

08/jun	Aplicação de atividade com alunos turma 2313		Aplicação 1
08/jun	Aplicação de atividade com alunos turma 1312		Aplicação 2
	Reformulação dos apoios e inclusão dos planos coloridos		Teste 5
13/jun	Aplicação de atividade com alunos turma 1411		Aplicação 2.1
15/jun	Aplicação de atividade com alunos turma 2313		Aplicação 3
16/out	Aplicação de atividade com alunos da 1412	Projeção das retas no primeiro diedro com planos de poliestileno e cubo de acrílico.	Aplicação 4
4/ nov	Oficina I	Universidade Cândido Mendes- Campo Grande	Vistas ortográficas captadas por câmeras de segurança.
11/nov	Oficina II	Instituto de Educação - UFRRJ	Posições das retas no primeiro diedro.
27/nov	Oficina III	IV Seminário GEPETICEM- UFRRJ	Câmeras de segurança em aulas de geometria.
28/nov	Oficina IV	UERJ- FPP	Quem escreve torto por linhas retas?

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 2: Resumo com datas das etapas

Ciclo de implementação do experimento		
Etapa	Data	Atividade
Aquisição	19/08/2014	Compra do equipamento e tentativa de montagem.
Montagem	08/09/2014	Auxílio técnico da instaladora indicada pela empresa Sigtec.
Teste 1	18/09/2014	Teste em casa com brinquedos e objetos. Fotos para o painel de apresentação nos fóruns.
Reformulação	Outubro/ novembro	Pesquisa de materiais: tubos de ferro galvanizado, pvc ou alumínio.
Aquisição	Jan. /15	Compra de suportes para exposição de banners.
Teste 2	Janeiro	Fixação das câmeras com arame.
Teste 3	Fevereiro	Teste com peças utilizadas na ETEVM.
Aquisição	Abril	Aquisição de braçadeiras para fixação das câmeras.
Teste 4	Maio	Teste em casa com caixa.
Aplicação 1	08/jun.	Aula de introdução à Geometria Descritiva. Início aula no quadro branco e posterior exposição no sistema.
Aplicação 2	08/jun.	Aula de introdução à Geometria Descritiva. Início com aplicação no sistema e posterior explicação no quadro branco.
Confecção de novos apoios	11/jun.	Apoios menores com tubos galvanizados e base de madeira.
Teste	11/jun.	Teste em casa.
Aplicação2.1	13/jun.	Aula com rotina da aplicação 2.
Aplicação 3	15/jun.	Utilização dos apoios maiores. Desenvolvimento das coordenadas do ponto.
Aplicação 4	16/out	Utilização de planos de poliestileno branco leitoso e cubo de acrílico. Projeção e posições das retas no primeiro diedro.

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 3: Custo de materiais empregados no projeto

Quantidade	Descrição	Valor em Reais
1	DVR Stand Alone 4ch	193,00
3	Mini cam SY 1/3 480 l	180,00
1	Fonte 12V 5A	59,00
1	Cabo coaxial 4mm 100m	68,00
6	Conector BNC Mola	15,00
2	Suportes para banner	204,00
8	Fita led (1m)	60,40
8	interruptores	22,40
15	Condutor (1m)	22,50
3	Mini lente 6mm	75,00
1	Tubo de cola de contato	7,00
2	Placas de papel couro	17,00
6	Placas EVA colorido	12,00
3	Placas de poliestireno leitoso 50 x 50 cm	105,00
1	Cubo de acrílico	70,00
Valor total		1110,30

Fonte: Elaboração do autor