

VISUALIZAÇÃO ESPACIAL NA PERSPECTIVA DA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

*Carmen Machemer de Vasconcelos Moniz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
carmen.moniz@gmail.com*

Resumo:

Este trabalho analisa a aplicação da proposta de uma nova sequência didática para a disciplina de Geometria Descritiva, que trata do ensino da visualização espacial. A proposta foi desenvolvida a partir da construção das noções de espaço e questões gerais sobre aprendizagem, conhecimento e desenvolvimento possibilitados pelo apoio teórico da Epistemologia Genética de Jean Piaget. A pesquisa, de tipo longitudinal, foi realizada em 4 (quatro) turmas de Curso Técnico em Edificações, sendo utilizado o método Dialético-Didático para o desenvolvimento das aulas. Os dados foram coletados por meio de registros em diários de campo, fotografias e produções gráficas dos alunos. São feitas comparações entre a nova sequência didática e a antiga e apresentadas as possíveis vantagens da utilização da nova sequência, fundamentada no princípio que a construção das noções espaciais se constitui a partir de noções topológicas, na direção de noções projetivas e depois euclidianas.

Palavras-chave: Visualização Espacial; Geometria Descritiva; Epistemologia Genética; Construção do conhecimento; Sequência didática.

1. Introdução

A formação em arquitetura, em 1987, me deu subsídios para lecionar algumas disciplinas em curso Técnico em Edificações em escola da rede estadual de ensino. A cada semestre que passava esta atividade era mais prazerosa e, em pouco tempo, eu já estava totalmente envolvida em ensinar, e também aprender, junto com os futuros profissionais da construção civil.

O envolvimento cada vez maior com educação me levou a participar de aulas, como aluna ouvinte, na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), depois a fazer a complementação pedagógica através da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC e posteriormente Curso de Especialização em Educação, PROEJA, na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Estes estudos me mostraram a seriedade do fazer pedagógico, a importância das ações do professor e dos seus alunos e, a partir de um processo reflexivo docente, meu

olhar tomou a direção da busca do significado da construção do conhecimento e, sobretudo, das estruturas do pensamento dos sujeitos. Assim, prestando mais atenção nas ações dos alunos, me deparei com uma realidade vivenciada pelas turmas de Geometria Descritiva, no curso técnico em Edificações, que antes não era percebida por mim. Ao alcançarmos o último conteúdo previsto para o semestre, aqueles sujeitos demonstravam grande satisfação ao realizar as tarefas e, muitas vezes, diziam: “Ah, agora entendi. Por que a gente não começou por aqui?”.

Esta reação, esboçada por diversos alunos, me remeteu a uma série de questionamentos e, intervindo nas necessidades impostas pela sala de aula, esta dissertação de mestrado me levou ao encontro do seguinte problema de pesquisa: *Como promover a construção da visualização espacial, na disciplina de Geometria Descritiva, fundada em estudos de Epistemologia Genética?*

Este trabalho apresenta uma sequência didática para as aulas de Geometria Descritiva do curso Técnico em Edificações, da Escola Técnica Parobé, em Porto Alegre, diferente daquela utilizada nos diversos cursos dos quais já tive conhecimento. A partir dos estudos de Epistemologia Genética, e sob a orientação da Prof^a Dr^a Tania Beatriz Iwaszko Marques-UFRGS, procurou-se compreender como os sujeitos organizam padrões perceptivos, percebem e representam os elementos espaciais. Segundo Becker (2003), o professor deve saber como se constitui o conhecimento para não obstruí-lo. Assim, esta dissertação *descreve uma proposta de ensino para Geometria Descritiva, com o objetivo de desenvolver a visualização espacial, elaborada com base na Epistemologia Genética, e analisa sua prática.*

2. O ensino de geometria descritiva

Visualização espacial na construção civil

Visualizar e representar graficamente figuras espaciais são atividades essenciais para profissionais da construção civil. Toda edificação tem três dimensões e sua construção obedece à representação gráfica elaborada em duas dimensões, ou seja, a relação entre a obra e suas plantas arquitetônicas é indissociável e utiliza a visualização espacial para se estabelecer. Portanto, a visualização espacial de um projeto de edificação é vital para sua fiel execução.

Geometria Descritiva

A disciplina de Geometria Descritiva é componente curricular de cursos que se envolvem com a construção civil com a intenção de desenvolver operações espaciais e exercitar a visualização espacial, possibilitando o desenvolvimento das técnicas de representação de objetos de três dimensões em um plano bidimensional.

O ensino da Geometria Descritiva está fundamentado no Sistema Mongeano de Projeção, idealizado por Gaspard Monge no século XVIII, que se utiliza de projeções ortogonais sobre planos dispostos perpendicularmente entre si, formando os chamados diedros, posteriormente substituídos por triedros.

As aulas de Geometria Descritiva geralmente obedecem a uma sequência didática estabelecida em livros e apostilas desta disciplina, baseada nos ensinamentos de Gaspard Monge. Estas obras partem do estudo do ente geométrico mais elementar, o ponto, seguido do estudo da reta e depois do plano, para finalizar com o estudo dos sólidos.

3. Epistemologia genética e construção da noção de espaço

Aprendizagem, conhecimento e desenvolvimento

A aprendizagem é um processo adaptativo que se desenvolve no tempo, em função das respostas dadas pelo sujeito a um conjunto de estímulos anteriores e atuais. Portanto, a aprendizagem é provocada por uma necessidade de adaptação do organismo, ao mesmo tempo em que é limitada às estruturas cognitivas do sujeito, ou seja, é ação assimiladora subordinada ao desenvolvimento.

O desenvolvimento, por sua vez, é espontâneo, está ligado ao processo de embriogênese, ao desenvolvimento do corpo, do sistema nervoso e das funções mentais, portanto, uma operação construída a partir das necessidades do sujeito. O desenvolvimento é responsável por levar o sujeito a construir as estruturas cognitivas que precisa para viver no seu meio, não é a soma de aprendizagens, mas a sua explicação. Se o sujeito já construiu estruturas elementares, então, e só então, ele será capaz de construir novas estruturas, mais complexas.

As capacidades intelectuais de um sujeito são provenientes de atividades em que ele se apropria, tematiza e reflete, mas quando há interesse, pois, caso contrário, o processo cognitivo pode não acontecer (Becker e Marques, 2012). A capacidade de aprender é um processo individual de construção, é a capacidade que o sujeito tem de assimilar um objeto, modificar as estruturas antigas para poder incluir um novo elemento e adaptar-se aos problemas trazidos por esta transformação, num processo de equilíbrio. Assim, a aprendizagem não pode ser atribuída simplesmente a heranças genéticas ou a transmissões sociais ou culturais, pois se apoia em ações do sujeito.

Estádios do desenvolvimento e noção de espaço

A capacidade de representar graficamente figuras espaciais é uma construção a partir de um processo gradual e sequencial, conforme diferentes fases de desenvolvimento. O sujeito constrói estruturas e esta construção “se dá através de um processo gradual. Devemos, portanto, concluir que existem estágios [estádios] de desenvolvimento” (Piaget, 1977, p. 82). Do ponto de vista das operações intelectuais, a obra de Piaget destaca diferentes estádios do desenvolvimento da criança e do adolescente, que hoje “orientam [...] investigações e inspiram [...] reformas sérias de ensino” (Piaget, 1983, p.9).

No primeiro estágio, denominado período sensório motor, o desenvolvimento das noções do espaço está ligado aos progressos da percepção e da motricidade. Já há inteligência, mas a solução de um problema ainda não tem o apoio da simbologia, ou função simbólica e da linguagem, portanto, ainda não há raciocínio lógico. Aos poucos a criança constrói a noção de um espaço geral e prevê e coordena seus deslocamentos.

No período pré-operatório, as estruturas cognitivas do sujeito alcançam um novo patamar e a característica principal deste segundo estágio é a capacidade de representação da realidade. A representação reconstrói o espaço a partir das intuições topológicas e atribui significado ao seu mundo, mas ainda egocêntrica, sem conceber uma realidade da qual ela não faça parte.

As noções topológicas são as primeiras noções a se constituírem em operações mentais e trata-se de relações elementares, referenciais básicos aplicados ao cotidiano, limitadas pelo campo perceptivo, e que ainda não dependem de mensuração. São as relações de vizinhança, separação, ordem, envolvimento e continuidade que permitem

que a criança diferencie figuras abertas e fechadas, mas não garantem que ela faça distinção entre um círculo e um quadrado. As noções topológicas são o ponto de partida para noções representativas, seguidas pelas noções projetivas e euclidianas.

No período das operações concretas, ocorrem as primeiras operações propriamente ditas. Este terceiro estágio é caracterizado pela reversibilidade do pensamento. Mais tarde, quando a criança encontra-se no período das operações formais, ela opera com a lógica e o raciocínio dedutivo sem a necessidade de objetos manipuláveis. Neste último estágio a criança formula hipóteses, probabilidades e esquemas conceituais abstratos (Piaget, 1983, p. 34). A construção do espaço, aos poucos, ultrapassa os dados perceptivos e se constitui apoiada pelas relações projetivas e euclidianas.

As noções projetivas são relações que permitem a coordenação dos objetos entre si num dado ponto de vista. Coordenando os pontos de vista que não conservam as distâncias e as dimensões, a criança diferencia as posições de um objeto.

Simultâneas às projetivas e apoiando-se nelas, as noções Euclidianas consideram os deslocamentos, as relações métricas e a colocação dos objetos coordenados entre si num sistema de coordenadas, com dimensões e ângulos. Para abstrair as formas capazes de construir o pensamento euclidiano, então, é preciso ir além da percepção visual correta, pois se torna necessário um jogo completo de coordenações de ações.

As etapas da construção do espaço obedecem à ordem de sucessão que vai do sensorio-motor ao representativo e depois ao operatório concreto e formal, sendo que as estruturas engendradas em um nível de desenvolvimento são parte integrante do nível seguinte. O sujeito constrói estas estruturas contínua e progressivamente, nesta ordem de sucessão.

4. Metodologia da pesquisa

A proposta de trabalho

O trabalho foi realizado através de uma pesquisa longitudinal em 4 (quatro) turmas de Geometria Descritiva (GD), do Curso Técnico de Edificações, da Escola Técnica Parobé, em Porto Alegre, durante o ano de 2012.

Nesta pesquisa descrevo a sequência didática antiga utilizada para as aulas de Geometria Descritiva e a nova, proposta por mim. Analiso os motivos desta alteração e depois passo a apresentar os dados aula a aula, colhidos ao longo dos semestres nas quatro turmas. Utilizando-me do Método de Aprendizagem ou Método Dialético-Didático¹ para questionar e colocar em dúvida as ações, as falas e as representações gráficas dos alunos durante as aulas.

Instrumentos para coleta de dados

Foram utilizadas fotografias das produções gráficas dos alunos e diário de campo de cada turma, com apontamentos das experiências vivenciadas em sala de aula em registros informais.

5. Apresentação e análise dos dados

Geometria Descritiva no Curso Técnico em Edificações da Escola Técnica Parobé

Com 106 anos de tradição no ensino técnico, a Escola Técnica Estadual Parobé tem título de Centro Estadual de Referência em Educação Profissional. Situada no centro de Porto Alegre - RS, atende alunos de toda região metropolitana, para o ensino médio e os cursos técnicos de Edificações, Eletrônica, Eletrotécnica, Estradas e Mecânica.

O curso Técnico em Edificações forma profissionais que atuam na área da construção civil e tem duração de 1.440 horas, divididas em quatro módulos, mais 500 horas de estágio curricular obrigatório.

A disciplina de Geometria Descritiva (GD) acontece no primeiro módulo e trata da visualização espacial necessária para o planejamento de projetos de edificações que serão desenvolvidos ao longo do curso de Edificações. Em 16 encontros, perfazendo um total de 80 horas/aula, trabalha-se inicialmente com traçados técnicos, normas gráficas e escala, para, então, abordar os conteúdos específicos de Geometria Descritiva a partir do Sistema Mongeano de Projeções. Como em grande parte das instituições de ensino, primeiramente trata-se das questões dos sistemas projetivos, depois do estudo do ponto, da reta e do plano e, ao final do semestre, conclui-se com o estudo dos sólidos.

¹ O Método Dialético-Didático tem base no Método Clínico de Piaget, utiliza o questionamento para observação de dados e para auxiliar na estruturação do conhecimento.

Minha experiência docente me fez perceber que esta sequência de conteúdos desenvolvida nas aulas de GD é contrária à construção da noção de visualização espacial. Pude perceber que, a partir dos postulados ditados pelos professores nesta sequência, os alunos não se apropriavam das ações executadas, apenas repetiam e sistematizavam as tarefas sem que houvesse reflexionamentos.

Nova sequência didática

Este trabalho se vale do Sistema Mongeano de Projeções, mas altera a sequência de ensino preestabelecida por ele. A nova proposta didática para o ensino da Geometria Descritiva parte das noções espaciais gerais que os sólidos possibilitam, para depois seguir estudando os planos, as retas e finalmente os pontos, encerrando seus estudos nas noções espaciais euclidianas.

A nova sequência didática proposta para as aulas, de que trata este trabalho, refere-se aos 11 encontros que abordam os conteúdos específicos de Geometria Descritiva. Conforme quadro a baixo (quadro 1), ao nos referirmos à aula número 1, os alunos já estudaram os conteúdos de desenho técnico básico.

Quadro 1: Sequência didática

1.	Traçado sem instrumentos	
2.	Letreiro, formatos, margem, selo, dobra	
3.	Traçado com instrumentos	
4.	Escala	
5.	Perspectiva	
6.	O que é vista ortogonal?.....	aula 1
7.	Técnicas mongeanas.....	aula 2
8.	Sólidos no triedro e na épura.....	aula 3
9.	Coordenadas descritivas.....	aula 4
10.	Estudo do plano.....	aula 5
11.	Exercícios.....	aula 6
12.	Fazer e compreender.....	aula 7
13.	Estudo da reta e do ponto	aula 8
14.	Novas possibilidades.....	aula 9
15.	Exercícios.....	aula 10
16.	Iniciação ao desenho arquitetônico.....	aula 11

Aula 1: O que é vista ortogonal?

Objetivos: Conhecer o repertório gráfico dos alunos e auxiliar na construção das estruturas espaciais. Na antiga sequência didática aplicava-se o ensino das coordenadas descritivas.

Nova sequência didática: Os alunos receberam o desenho de uma casa em perspectiva (fig. 1) para que tentassem representar suas respectivas vistas ortogonais, ou seja, o desenho de cada face da casa visto bem de frente.

Os desenhos dos alunos para uma das faces da casa, denominada fachada principal, demonstraram que ainda não são consideradas as relações métricas e a colocação dos objetos ordenados entre si através de dimensões e ângulos (fig. 2). As diversificações de dimensões e proporções nos desenhos dos alunos para uma mesma casa demonstram a dificuldade em perceber a noção do espaço euclidiano, que exige um jogo mais complexo de coordenações de ações.

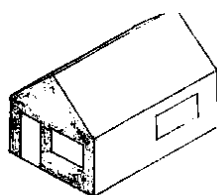


Figura 1: Perspectiva isométrica da casa

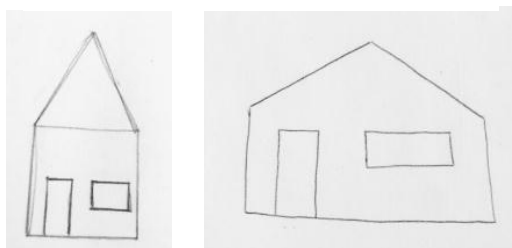


Figura 2: Desenhos de alunos – Fachada principal

O plano inclinado formado pelo telhado, na outra face da casa, tem sua projeção reduzida neste plano de projeção. Alguns alunos, para dar a sensação de inclinação, representaram a linha superior reduzida, como se ela estivesse mais afastada; outros representaram através de linhas paralelas inclinadas; alguns disseram que por se tratar de um plano inclinado, esta face não deveria ser representada, enquanto outros colocaram uma linha tracejada imediatamente sobre o desenho para representar que existe algo, mas que não pode ser visualizado (fig. 3).

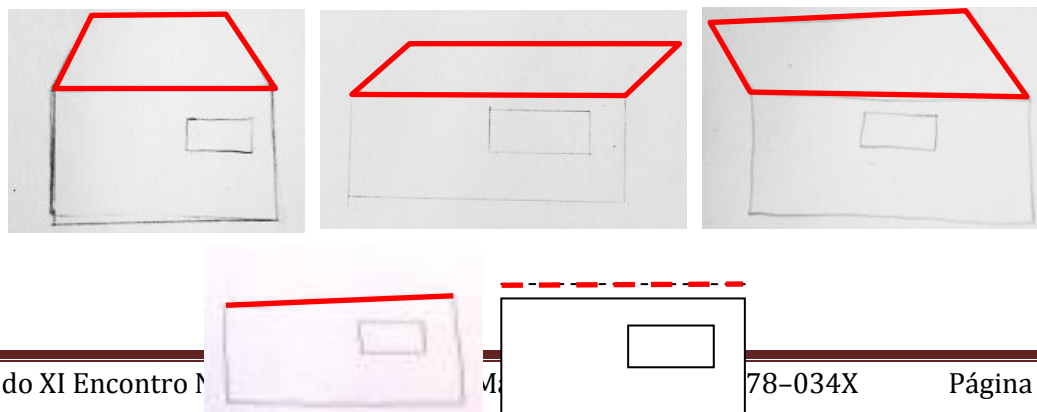


Figura 3: Desenhos de alunos – Representações da fachada secundária

As diversas maneiras que os alunos encontraram para representar estas fachadas nos faz compreender a frase de Piaget (*apud* Montoya, 2005, p. 35) que diz que “[...] a imagem é um esboço de uma imitação possível”. Estes sujeitos ainda não demonstram ter as noções projetivas e euclidianas quando não observam a diferenciação das posições do objeto ou a conservação das distâncias e dimensões deste objeto. Sem o apoio das relações projetivas e euclidianas os sujeitos ainda não garantem a diferenciação do ponto de vista, nem a constância das formas geométricas.

As atividades propostas até aqui desafiaram os alunos para as questões das vistas ortogonais com a intenção de auxiliar a construir estruturas relativas às noções espaciais. Os exercícios possibilitaram considerar os elementos de estudo do Sistema Monjeano de Projeção e ainda, com o auxílio de maquetes fabricadas pelos próprios alunos e placas de isopor (fig. 4), puderam identificar os sistemas de projeção, os planos de projeção, o triedro e a épura.

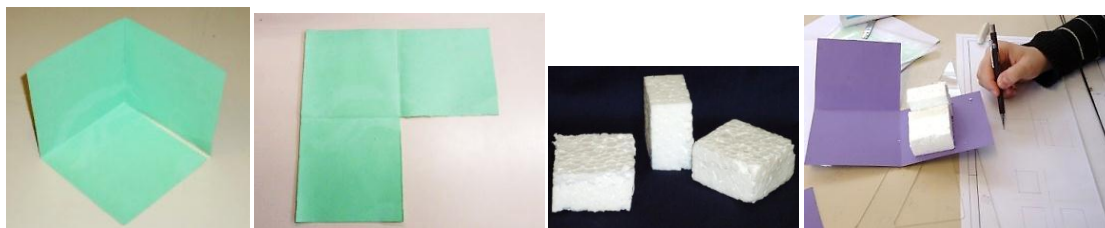


Figura 4: Maquetes fabricadas pelos alunos

Aula 2: Técnicas Mongeanas

Objetivo: Exercitar a prática do Sistema Mongeano de Projeção e a Utilização do Método de Gaspard Monge; Auxiliar a reorganização cognitiva do indivíduo através de discussões em grupo. Na antiga sequência didática aplicava-se o estudo do ponto e não havia exercício em grupo.

Nova sequência didática: Cada turma foi dividida em grupos e, para que os alunos compreendessem a utilização e a prática do sistema e atentassem para a possibilidade de representar qualquer sólido através deste método, cada grupo realizava uma parte da tarefa. A tarefa consistia em 3 partes: a) Criar um sólido com placas de

isopor e representá-lo em perspectiva; b) Representar as respectivas vistas ortogonais; c) Correção.

Segundo Castro (1974, p.79) “É precisamente a troca constante de pensamento com os outros que nos permite a descentração e nos assegura a possibilidade de coordenar interiormente as relações que emanam de pontos de vista diferentes”.

Em todas as turmas estudadas esta tarefa foi elaborada com muito entusiasmo e dedicação. A ideia de corrigir o trabalho elaborado por outros colegas instigava na busca de possíveis erros e essa possibilidade pode ser um recurso interessante para promover a construção das noções espaciais. Observar novas possibilidades para solucionar os problemas propostos por outros grupos e, ainda, verificar possíveis erros nos trabalhos foi um valioso instrumento para trabalhar os conceitos.

Aula 3: Sólidos no triedro e na écura

Objetivo: Auxiliar a organização cognitiva do indivíduo; Variar a disposição dos sólidos no triedro. Na antiga sequência didática os alunos não escolhiam a disposição dos sólidos no espaço, visto que todas as coordenadas eram preestabelecidas pelo professor.

Nova sequência didática: Os alunos representaram sólidos no triedro (sistema espacial) e na écura (sistema planificado) sem a preocupação da localização destes (fig. 5), mas à medida que avançavam nos exercícios, aos poucos iam percebendo que a representação da planificação de um sólido depende da sua localização no espaço.

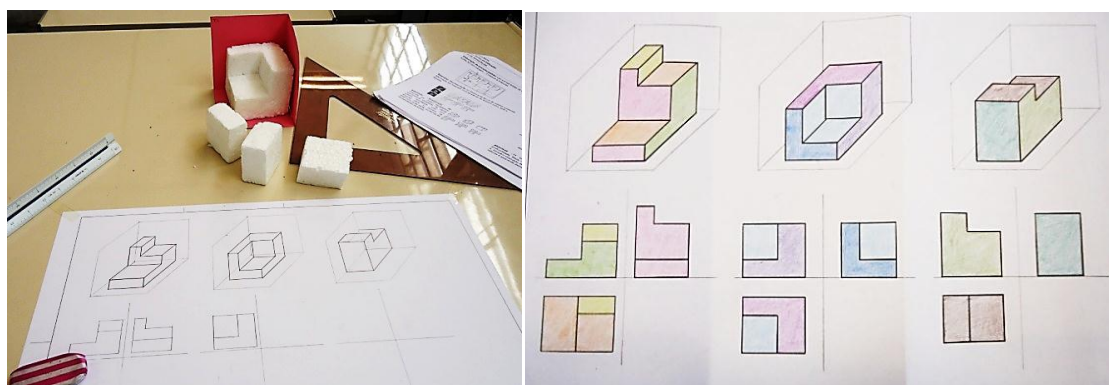


Figura 5: Desenhos de alunos – Representações de sólidos

Podemos perceber que as noções topológicas já foram construídas. Quanto às noções projetivas, torna-se evidente a coordenação da noção de representação num dado ponto de vista. A presença das noções euclidianas também já pode ser observada e, assim, as coordenadas descritivas estão sendo construídas pelos alunos.

Aula 4: Coordenadas descritivas

Objetivo: Identificar as coordenadas descritivas. Na antiga sequência didática aplicava-se o estudo da reta e as coordenadas descritivas já haviam sido “ensinadas” na primeira aula.

Nova sequência didática: Indagamos os alunos sobre quais as semelhanças e diferenças entre os três cubos representados em diferentes posições no espaço (fig. 6). Aos poucos se deram conta de que, para que pudessem encontrar uma figura no espaço, necessitavam de coordenadas que exprimissem algumas medidas: profundidade, ou medida no eixo x ; distância do plano vertical, ou medida no eixo y ; e distância do plano horizontal, ou medida no eixo z . O vocabulário utilizado pelos alunos foi se adequando às falas da construção civil - profundidade, largura e altura; e finalmente às falas da geometria descritiva - abscissa, afastamento e cota.

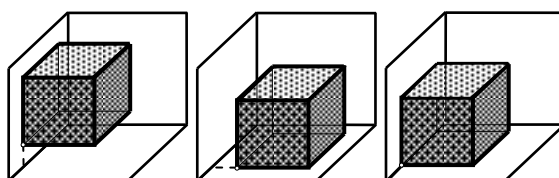


Figura 6: Diferentes posições de um sólido no espaço

Assim, os alunos elaboraram a regra das coordenadas descritivas a partir de suas próprias construções, o que leva a supor que tomaram consciência que a localização de um objeto no espaço define a representação da planificação das suas vistas ortogonais.

Piaget (1983, p.108) comenta que, diferentemente do ponto de vista do empirismo que diz que o conhecimento é adquirido em função da experiência, por percepção e sucessivas ligações em função do tempo e das repetições objetivas, a aquisição do conhecimento supõe atividade do sujeito que, coordenando ações, prepara estruturas lógicas que servem para a formação do conhecimento.

Aulas 5 e 6: Estudo do Plano

Objetivo: Desmembrar figuras espaciais em planos (topológico → euclidiano). Na antiga sequência didática o plano era encontrado a partir das coordenadas dos seus pontos (euclidiano → topológico)

Nova sequência didática: A partir do sólido (fig. 7), os alunos observaram, os diversos planos que poderiam estar contidos no cubo e, assim, encontrar as oito posições distintas analisadas no Estudo do Plano (fig. 8).

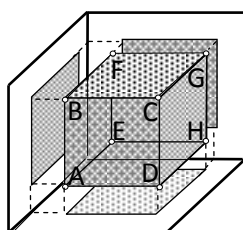


Figura 7: Elementos do sólido

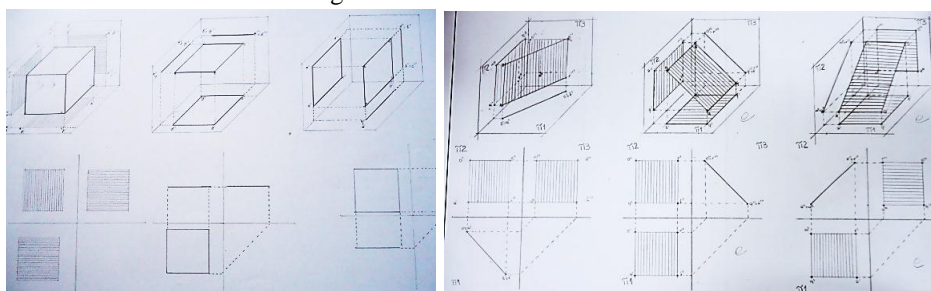


Figura 8: Desenhos de alunos – Trabalhos sobre planos

Aulas 7 e 8: Estudo da reta e do ponto

Objetivo: Com o apoio das noções topológicas, avançar na direção das noções espaciais euclidianas. Na antiga sequência didática este era o início.

Nova sequência didática: Observamos mais uma vez o cubo (fig. 7) e, destacando seus elementos, propusemos a representação de algumas retas contidas no cubo, de tal modo que foi possível ressaltar as sete posições de uma reta.

Percebemos que os alunos neste nível já demonstravam compreensão das regras que estabelecem as representações gráficas do Sistema Mongeano de Projeções. Conforme Piaget (1978, p. 99), o indivíduo raciocina sobre as possíveis transformações em função de algumas que ele previu e constatou, o que quer dizer que efetua operações sobre operações e só a partir disso poderá programar uma ação completa sobre a conceituação.

Aulas 9 e 10: Novas possibilidades

Objetivos: Excluir o triedro; Coordenar as relações espaciais.

Na antiga sequência didática, nem todas as atividades proporcionavam novas possibilidades e na aula 10 era dia de prova final.

Nova sequência didática: Pensando em uma disciplina que embasa e dá suporte para outras, que não fosse engessada em si própria, sugerimos a substituição do triedro utilizado na Geometria Descritiva, pela perspectiva isométrica cotada, utilizada pelos croquis² de Desenho Arquitetônico. E, ainda insistindo no exercício operatório e certificando-se da correspondência entre os processos de representações espacial, exploramos outra possibilidade: A construção da representação isométrica a partir de vistas ortogonais dadas, exigindo a compreensão dos sólidos a partir da observação de suas faces (fig. 9).

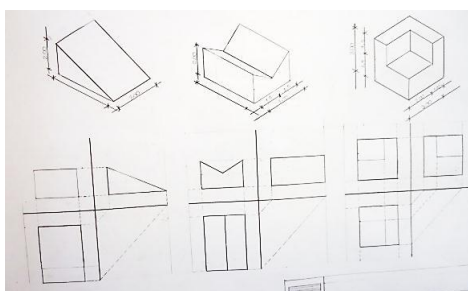


Figura 9: Trabalho de aluno

As noções espaciais construídas pelos alunos abrem um campo de novas possibilidades. Piaget (1992, p.51) diz que “[...] uma estrutura acabada [...] torna [...] possível um certo número de operações que não poderiam ser realizadas antes do seu acabamento”, assim como a sua aplicação a novas situações.

Aula 11: Iniciação ao Desenho Arquitetônico

Objetivo: Excluir a épora; Conjecturar sobre novas possibilidades; Avaliar as construções. Na antiga sequência didática era dia de prova de recuperação.

Nova sequência didática: Lembrando Inhelder, Bovet e Sinclair (1977) quando dizem que para assimilar a novidade é preciso acomodar as estruturas já construídas, possibilitando novas construções, podemos fazer uma relação análoga com as disciplinas de Geometria Descritiva (GD) e Desenho Arquitetônico (DA). As estruturas

² Desenho rápido, utilizado em arquitetura para que se tenha noção das dimensões e proporções.

mais simples tratadas em GD engendram novos patamares do conhecimento que deverão ser tratados em DA.

Para tanto, propusemos que os alunos relacionassem perspectivas e vistas ortogonais, mas agora com a configuração utilizada no desenho arquitetônico, ou seja, não mais no formato de é pura como era desenvolvido nos estudos de GD (fig.10).

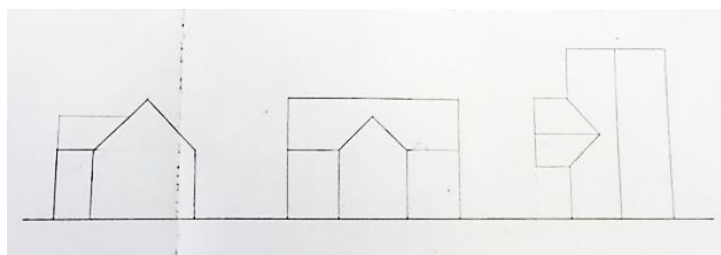


Figura 10: Trabalho de aluno - Vistas

Segundo Becker (2004, p. 59), a aprendizagem deve polarizar o ensino e o ensino deve ser desafiado por ela. Assim, o professor deve ensinar conteúdos:

[...] que desafiam a aprendizagem a buscar, para além dos próprios limites, novas respostas. Respostas que não consistem simplesmente em devolver os conteúdos aprendidos, mas em mostrar a ampliação de sua capacidade de aprender; respostas que exigem o ensino de novos conteúdos cuja assimilação abre caminho para novas buscas, ampliando ainda mais a capacidade de aprender.

Como uma última tarefa, retomamos uma atividade desenvolvida no primeiro dia de aula, na qual os alunos representaram seu repertório gráfico de acordo com as vistas ortogonais dadas. Ao término da tarefa, o aluno recebia o seu desenho realizado no 1º dia de aula para que pudesse comparar as suas produções e evidenciar o seu próprio crescimento (fig. 11).

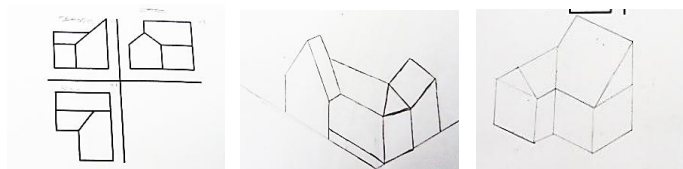


Figura 11: Exercício proposto e trabalhos de um aluno (antes e depois)

6. Resultados da pesquisa

A metodologia que se ancora nos pressupostos teóricos e na vertente do Método Clínico de Piaget possibilitou avanços na prática pedagógica do professor. Só foi

possível promover a construção da visualização espacial, na nova sequência didática da disciplina de Geometria Descritiva, quando ouvimos os alunos; estudamos como acontecia a construção do conhecimento que gostaríamos que alcançassem e respeitamos a diversidade encontrada na sala de aula.

As primeiras noções espaciais são atividades sensório-motoras apoiadas pela percepção e “noção do espaço e intuição geométrica” são construções do sujeito que obedecem a uma sequência na direção do todo às partes, ou seja, do topológico ao euclidiano, o que é contrário à sequência utilizada em GD. Acreditamos que com a nova sequência as noções de espaço são construídas de maneira que o sujeito estabelece ligações e articulações que ajudam no seu desenvolvimento, pois, as construções iniciais de noções espaciais que repousam em intuições topológicas, engendram coordenações crescentes de ações do sujeito a caminho de relações euclidianas de grandeza e constância de formas.

Sendo assim, a nova sequência didática proposta, na direção do topológico ao euclidiano, exercita a “pedagogia da pergunta”, avança na abertura de possibilidades e dá mais significado à aprendizagem.

7. Referências

BECKER, Fernando e MARQUES, Tania . Estádios do desenvolvimento. In: BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. 2ª ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

BECKER, Fernando. *A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BECKER, Fernando. Tempo de aprendizagem, tempo de desenvolvimento, tempo de gênese. In MOLL, Jaqueline. *Ciclos na escola, tempos na vida. Criando possibilidades*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CASTRO, Amélia Domingues de. *Piaget e a didática*. São Paulo: Saraiva, 1974.

EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. 5ª ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

INHELDER, Bärbel; BOVET, Magali; SINCLAIR, Hermina. *Aprendizagem e estruturas do conhecimento*. São Paulo: Saraiva, 1977.

MONTOYA, Adrian O. Dongo. *Piaget: imagem mental e construção do conhecimento*. São Paulo: UNESP, 2005.

PIAGET, Jean. O tempo e o desenvolvimento intelectual da criança. In: PIAGET, Jean. *Problemas de psicologia genética*. Lisboa: Dom Quixote, 1983.

PIAGET, Jean. A teoria de Piaget. In: CARMICHAEL, L. *Manual de psicologia da criança. Desenvolvimento cognitivo I, vol. 4*. São Paulo: EPU/ EDUSP, 1977.

PIAGET, Jean. O possível, o impossível e o necessário. In: LEITE, Luci Banks (org.). *Piaget e a escola de Genebra*. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 1992.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. *A representação do espaço na criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.