

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO - FAGED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - PPGEDU

Antônio Pedro da Silva Júnior

DESENHO MANUAL E MODELAGEM GEOMÉTRICA
O Desenvolvimento da Lógica do Espaço na Representação Gráfica

Porto Alegre
2007

Antônio Pedro da Silva Júnior

DESENHO MANUAL E MODELAGEM GEOMÉTRICA
O Desenvolvimento da Lógica do Espaço na Representação Gráfica

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Rosane Aragón de Nevado
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Coorientadora: Profa. Dra. Adriane Borda Almeida da Silva
Universidade Federal de Pelotas

Porto Alegre
2007

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul por oportunizar a realização do curso de Mestrado em Educação.

À minha orientadora, professora Rosane Aragón de Nevado, por estimular nos momentos oportunos, as tomadas de consciência necessárias para construção desta pesquisa, contribuindo de forma efetiva para o meu desenvolvimento teórico-prático.

À professora Adriane Borda da Silva, que com sua ampla experiência de investigação e atuação profissional na área da educação da Expressão Gráfica, sempre se colocou disposta a orientar com entusiasmo e incentivo este trabalho.

Aos colegas e professores de curso, pela convivência e aprendizado durante o desenvolvimento das disciplinas no PPGEduc.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas – CEFET/RS por oportunizar o aperfeiçoamento da formação profissional frente à educação da Expressão Gráfica.

Aos colegas, professores do CEFET/RS, pelo apoio e incentivo recebidos durante a realização do mestrado.

Aos alunos do curso técnico de Design de Móveis do CEFET/RS, razão principal deste trabalho, em especial àqueles que voluntariamente participaram das entrevistas fornecendo dados preciosos para o desenvolvimento da presente investigação.

Ao amigo Mauro Dillmann, pela feliz influência na decisão em realizar o curso de mestrado. Obrigado pelo apoio e estímulo ao enfrentar os difíceis e os bons momentos durante a caminhada.

Aos meus pais, que sempre acreditaram e apostaram no meu crescimento, por oportunizarem e apoiarem continuamente meus estudos, muito contribuindo para a formação da pessoa que hoje sou.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE QUADROS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
APRESENTAÇÃO	1
1 INTRODUÇÃO	4
1.1 O Impacto das TICs na Sociedade	4
1.2 As TICs e a Educação da Expressão Gráfica	8
1.3 Caracterização e Delimitação do Problema de Investigação	11
2 MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	13
2.1 Desenho Técnico Projetivo	13
2.2 Modelagem Geométrica	15
3 PSICOGÊNESE DAS RELAÇÕES ESPACIAIS	21
3.1 A Representação Imagética	21
3.2 As Relações Espaciais	26
3.2.1 Relações Topológicas	27
3.2.2 Relações Projetivas	28
3.2.3 Relações Euclidianas	28
3.3 A Abstração das Relações Espaciais	29

4	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	32
4.1	Campo de Análise: Curso Técnico de Design de Móveis	32
4.2	Sujeitos de Análise.....	33
4.3	Implementação da Investigação: Materiais e Procedimentos	34
5	ANÁLISE DOS DADOS	36
5.1	Presença das Relações Espaciais	38
5.2	Coordenação das Relações Espaciais	41
5.2.1	<i>Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M1</i>	41
5.2.2	<i>Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M2</i>	49
5.2.3	<i>Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M4</i>	56
5.2.4	<i>Modelagem Geométrica dos Sujeitos do Módulo M4</i>	60
5.3	Desenvolvimento da Lógica Geométrica do Espaço	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	ANEXOS	78
1	Vistas Ortográficas do Objeto A.....	78
2	Vistas Ortográficas do Objeto B.....	79
3	Roteiro das Entrevistas Clínicas Semi-Estruturadas.....	80
4	Protocolos de Entrevistas – PEs	81

LISTA DE FIGURAS

2.1	A Computação Gráfica e Áreas Correlatas	16
2.2	Síntese, Processamento e Análise da Imagem	16
2.3	Modelo geométrico tridimensional do aparador	17
2.4	Vista ortográfica frontal do aparador, obtida a partir do modelo geométrico tridimensional	18
2.5	Maquete digital obtida no programa Autocad, a partir da renderização do modelo virtual tridimensional	19
4.1	Imagem obtida por fotografia digital do Objeto mesa (a esquerda) e do Objeto casa (a direita).....	34
5.1	Representações das perspectivas cônicas do Objeto mesa geradas no programa Autocad	37
5.2	Representação da perspectiva cônica do Objeto casa gerada no programa Autocad	37
5.3	Antecipações imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto mesa, desenhadas por ALE/M1	42
5.4	Antecipações imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto mesa, desenhadas por SUE/M1	42
5.5	Antecipações imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto casa feitas por ALE/M1	44
5.6	Antecipações imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto casa, feitas por MAT/M1	45
5.7	Reproduções imagéticas das vistas de frente e de cima da mesa, feitas por ALE/M1	46

5.8	Reproduções imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto mesa, executadas por SUE/M1	47
5.9	Reproduções imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto casa feitas por ALE/M1	48
5.10	Reproduções Imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto casa feitas por MAT/M1	49
5.11	Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto mesa feitas por IVA/M2	50
5.12	Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto mesa feitas por PAT/M2	50
5.13	Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto casa feitas por IVA/M2	51
5.14	Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto casa feitas por WES/M2	52
5.15	Reprodução imagética da vista superior da mesa feita por IVA/M2	53
5.16	Reprodução Imagética da vista superior do Objeto mesa feita por PAT/M2	53
5.17	Reproduções Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal e lateral do Objeto casa feitas por IVA/M2	54
5.18	Reprodução Imagética da Vista Ortográfica superior do Objeto casa realizada por WES/M2	55
5.19	Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto mesa feitas por JUL/M4	56
5.20	Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto mesa feitas por REN/M4	56
5.21	Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto casa feitas por CAR/M4	57
5.22	Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto casa feitas por MAR/M4	58

5.23	Reprodução Imagética da Vista Ortográfica superior do Objeto mesa feitas por REN/M4	58
5.24	Reprodução Imagética da Vista Ortográfica lateral do Objeto casa feita por CAR/M4	59
5.25	Reprodução Imagética da Vista Ortográfica lateral do Objeto casa feita por MAR/M4	59
5.26	Janela do programa Autocad com a Área de Trabalho visualizada em perspectiva isométrica.....	60
5.27	Partes que compõem a mesa, geradas a partir da geração do seu modelo geométrico virtual	61
5.28	Alinhamento das partes da mesa usando o comando move	61
5.29	Obtenção das demais partes da mesa através do comando mirror3D	62
5.30	“Alinhamento”, sem muita precisão, do tampo da mesa	62
5.31	Visualização superior da mesa, onde CAR/M1 constata a falta de alinhamento das partes	63
5.32	Nova tentativa de alinhamento do tampo em relação à estrutura da mesa ...	63
5.33	Visualização do modelo geométrico da mesa em Vista Ortográfica Frontal	64
5.34	Janela do programa Autocad com a Área de Trabalho visualizada em perspectiva isométrica	65
5.35	Partes que compõem a mesa, obtidas a partir da geração de seu modelo geométrico virtual	65
5.36	Obtenção das demais partes da mesa através do comando copy	66
5.37	Posicionamento visual dos pés em relação ao tampo através do comando move	66
5.38	Visualização da mesa em perspectiva isométrica, logo após o posicionamento dos pés (JUL/M4)	67

LISTA DE QUADROS

1.1	Estudo comparativo das construções fundamentais do desenho manual na prancheta e digital no editor gráfico	9
3.1	Classificação das imagens segundo sua estrutura	23

RESUMO

Esta dissertação aborda a natureza e o desenvolvimento da lógica geométrica do espaço envolvida na execução de representações gráficas, tanto manuais quanto digitais, de objetos tridimensionais. Para este propósito, analisou-se as condutas, os desenhos das Vistas Ortográficas e a construção de um Modelo Geométrico tridimensional feito no Autocad, apresentados durante as entrevistas realizadas com os alunos do curso de Design de Móveis do CEFET/RS. Para fundamentar a análise dos dados colhidos, utilizou-se os estudos psicogenéticos de Piaget, referentes à *Imagem Mental* e à *Representação do Espaço*. Estes dados deram condições de se verificar a presença das relações espaciais na construção da imagem mental dos objetos apresentados ao longo das entrevistas e, a partir desta constatação, buscou-se analisar como estas relações projetivas e euclidianas se coordenavam de modo a garantir suas representações gráficas. Verificou-se que os desenhos apresentados dependem da evolução da lógica geométrica operatória, respeitando o desenvolvimento do sujeito epistêmico. Acredita-se que o estudo sobre os processos cognitivos envolvidos no ato de representar objetos graficamente, contribui para a educação da Expressão Gráfica, no sentido de auxiliar numa melhor adequação dos materiais e recursos didáticos, além dos programas curriculares de ensino do desenho e conseqüentemente da computação gráfica, na direção de uma aprendizagem imbuída no espírito construtivista.

Palavras-chave: Expressão Gráfica; Modelagem Geométrica Tridimensional; Epistemologia Genética; Psicogênese da Representação do Espaço.

ABSTRACT

This research approaches the nature and development of space geometric logic involved in both manual and digital graphic representation of three dimension objects. The research data was collected by analyzing the attitudes, the drawings of the Orthographic Views and the construction of a three dimension Geometric Modeling on AutoCAD, presented during interviews with “Design de Móveis” students from CEFET/RS. Psychogenetic studies of Piaget on Mental Image and Space Representation were used as basic tools on the analysis of the collected data. It was possible to verify the presence of space relations on the mental image construction of the objects presented during the interviews. Through this evidence, it was possible to investigate how the projective and Euclidian relations coordinate with each other in a way to guarantee their graphic representations. It was verified that the drawings presented depend on the operating geometric logic evolution, respecting the development of the epistemic subject. It is believed that the study on the cognitive processes, engendered in the act of representing objects graphically, contributes to the Graphic Expression education by helping to provide more adequate materials and didactic resources, also in drawing curricular programs and graphic computation, towards a constructivist perspective of learning.

Key-words: Graphic Expression, Three Dimension Geometric Modeling, Genetic Epistemology, Psychogenesis of the Space Representation.

APRESENTAÇÃO

Inicialmente, gostaria de trazer algumas contribuições referentes às implicações de minha trajetória de vida para o contexto desta pesquisa. Este trabalho, de alguma forma, representa a construção de minha formação profissional na área da Educação da Expressão Gráfica, e passa pelas circunstâncias em que o computador começa a interagir neste percurso.

Meu contato mais próximo com o computador começou em 1985 quando ganhei de meus pais um modelo simples, fabricado no Brasil pela Microdigital, considerado pioneiro dos computadores pessoais: o TK 85. Compacto¹, era conectado a uma televisão, utilizava a linguagem BASIC como sistema operacional e os dados eram armazenados em fitas cassetes a partir de um gravador comum. Revistas eram lançadas periodicamente, contendo linhas de programas que podiam ser digitadas, armazenadas e executadas a partir deste pequeno computador. Apesar de sua utilização mais lúdica, visto que seu uso era mais voltado para programação de pequenos jogos e utilitários básicos², considero que este primeiro contato oportunizou experimentar as mudanças provocadas pela influência desta poderosa tecnologia ao longo de tão curto espaço de tempo, a ponto de provocar alterações de ordens social, cultural, política, econômica e educacional, uma verdadeira revolução digital.

Minhas formação e atuação profissionais sempre estiveram orientadas para a área de desenho e projeto. Seu principal software, o Autocad, foi lançado comercialmente em 1982 e sua utilização só começou a se difundir no Brasil a partir dos anos 90. No período da realização do curso técnico em Edificações, entre os anos

¹ Todo o Sistema, CPU, memória, teclado, etc., aloja-se em uma caixa preta de plástico de 235mm x 143mm x 40mm, pesando aproximadamente 500g (Museu da Computação e Informática, 2004).

² Simplificados editores de texto e pequenos bancos de dados, inclusive com sistema de busca, como por exemplo, agendas de endereço, telefone e aniversário, etc.

de 1984 e 1988, a utilização do computador como ferramenta para projetos estava começando a ser implementada e era empregada principalmente na parte de cálculos, como por exemplo, cálculos de esforços em lajes, vigas e pilares, cálculos para quantidade e bitola de ferragens estruturais, geração de planilhas de custos de materiais e mão-de-obra, etc. Logo, não tive oportunidade de interagir com os sistemas CAD³ enquanto aluno do curso de Edificações e posterior realização do estágio de conclusão de curso. Neste tempo toda representação gráfica de um projeto era feita manualmente, com instrumentos específicos e esta tarefa demandava tempo e excelente habilidade manual, já que o projeto definitivo exigia grande precisão para a execução dos traçados a nanquim.

Durante o curso de licenciatura, iniciado em 1991 e voltado para o ensino técnico na área da Construção Civil, muito pouco se debateu sobre a utilização do computador em sala de aula. Tanto as disciplinas técnicas quanto as pedagógicas, não tiveram a preocupação em abordar questões sobre o impacto dos computadores, tanto na educação quanto na vida profissional. Apenas um trabalho foi realizado enfatizando-se o tema e nesta época as dúvidas eram muitas, provavelmente devido ainda a pouca utilização do computador em sala de aula, portanto poucas experiências realizadas sobre o tema.

O curso de Especialização em Desenho oportunizou aprofundar conhecimentos sobre os programas direcionados para a área gráfica. Experimentei, através de interessantes trabalhos teóricos e práticos, suas possíveis aplicações e interações entre os software gráficos com as demais formas de representação do desenho. O uso pedagógico do computador em sala de aula foi assunto trabalhado no primeiro semestre, considerado de grande importância para desenvolvimento da monografia de conclusão, sob o título Desenho Técnico: uma experiência de ensino. Esta monografia descreveu uma situação pedagógica experimentada no ano de 2000, referente ao desenvolvimento do projeto final de conclusão de curso feito pelos alunos do curso Técnico de Desenho Industrial do CEFET/RS. Ela apresentou os dois momentos distintos de aprendizagem envolvendo as disciplinas de Desenho Técnico e Computação Gráfica, onde, num primeiro momento, elas eram

³ Sigla em inglês que se refere ao desenho, no sentido de projeto, auxiliado por computador – *Computer Aided Design*.

desenvolvidas distintamente, porém mais adiante elas se integravam com objetivo de prestar apoio para o desenvolvimento do projeto final de conclusão. Foi observado que os alunos chegavam ao curso com restrita habilidade de *visualização espacial* e que a falta do desenho no nível fundamental poderia estar contribuindo para esta realidade. Concluiu-se nesta monografia, que o computador exige do usuário de CAD certo raciocínio que, quando ele possui estes conhecimentos básicos de representação gráfica, sua utilização é mais facilitada (SILVA Jr., 2001).

Em 1996, participei do processo seletivo para professor do quadro efetivo na disciplina de Desenho Técnico do curso de Desenho Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas – CEFET/RS, assumindo a vaga em março de 1997. Após ter concluído o curso de especialização já mencionado, me considerei preparado a trabalhar na disciplina de Computação Gráfica do referido curso.

1 INTRODUÇÃO

É importante trazer algumas considerações pertinentes ao tema da informática na educação, de modo a situar e delimitar, dentro deste contexto, o problema aqui investigado. Para isso, inicialmente, apresenta-se uma abordagem sobre a questão do uso das TICs em todas as esferas da sociedade, e em especial na educação. Na seqüência apresenta-se, não apenas os benefícios que as TICs trouxeram para os profissionais da área do desenho, mas também os reflexos destas mudanças para a educação da Expressão Gráfica. Assim, pretende-se evidenciar o conjunto de argumentos que credenciam a presente investigação.

1.1 O Impacto das TICs na Sociedade

Tratar sobre a questão que envolve o impacto das TICs nos dias de hoje, é também entrar em terreno de controvérsias. Este assunto é intimamente influenciado por abordagens filosóficas que, de certa forma, contribuem para que esta problemática, com certa frequência, seja objeto de investigação.

Atualmente, sabemos que todas as áreas de nossa atividade social sofrem influência direta das TICs, pois elas estão presentes no nosso dia-a-dia, seja no lar, no trabalho, na escola, no lazer, etc. Brunner (2004), por exemplo, alerta para os perigos de uma sociedade emergente onde estas tecnologias poderiam atuar aumentando o quadro de desigualdades sociais. No âmbito educacional, os sistemas educacionais vêm sofrendo pressões de modo a transformar as escolas em empresas formativas. O autor ainda aponta para possíveis soluções como a necessidade de capacitar os professores para o uso das TICs, além de investir em equipamentos e conexão. Por fim, alega que o que importa são as inovações, que devem representar a “*transformação nas maneiras de ensinar e aprender*” (Brunner, 2004, p. 74),

enquanto que as tecnologias apenas proporcionam “*meios e o novo contexto para esses processos*” (Brunner, 2004, p. 74).

Chauí (2004) e Rüdiger (2003) argumentam que estamos presenciando uma segunda revolução técnico-industrial: durante a primeira, o corpo humano estendeu-se no espaço (telescópio, microscópio, máquinas, televisão, etc.) e agora, com os satélites e a informática, é o nosso cérebro e sistema nervoso que se expandem diminuindo as distâncias de espaço e tempo⁴. O computador, máquina que pode realizar rapidamente operações lógicas e que possui memória muito superior à humana, é responsável pela expansão de nossas capacidades intelectuais. Contudo, Chauí (2004) indica que o usuário de computador, além de ignorar que a exclusão causada é de ordem social, e não intelectual, ignora também que seu uso acarreta dependência econômica e cultural. “*Os computadores são centros de acumulação de informações e por isso são centros de poder*” (Chauí, 2004, p. 304), sendo o problema, portanto, político.

“O problema não está em quem sabe e quem não sabe operar um computador (isso se resolve facilmente com treinamento e todas as pessoas podem operá-lo) e sim em quem tem e quem não tem o poder para armazenar e utilizar as informações adequadas.” (Chauí, 2004, p. 304)

Entretanto, no que se refere ao problema que envolve o fato de operar ou não o computador, podendo isto ser resolvido com simples treinamento, deve-se salientar que esta é uma questão um tanto polêmica e que atualmente não tem sido vista desta maneira. Grande parte das pesquisas nesta área aponta para a necessidade de readequarmos toda uma estrutura educacional, a fim de se poder proporcionar aos educandos, a descoberta das necessidades emergentes frente à nova realidade imposta pelas TICs.

Por fim, Chauí (2004) conclui que os computadores não democratizam as informações, pois eles estão voltados para a “*concentração e centralização das informações e para o controle da vida e das ações políticas da sociedade e dos governos*” (Chauí, 2004, p. 304-305), porém, apenas lembrando, esta democratização da informação deve passar inclusive por ações educacionais. É

⁴ Para Rüdiger (2003), esta é uma nova tendência que acompanha o pensamento capitalista.

através da educação que podemos libertar os alunos do *analfabetismo computacional*⁵, diminuindo as diferenças sociais e oportunizando melhores condições para que possam enfrentar a concorrência num mercado de trabalho cada vez mais exigente e competitivo. E, como diria Martinez,

“A realidade é que se escreveu muito pouco a respeito disso. Necessita-se de avaliações e pesquisas exaustivas e profundas sobre o impacto das TICs na sala de aula e nos sistemas educacionais. Elas nos dariam clareza sobre os motivos dos acertos e fracassos, assim como sobre os desafios que devemos enfrentar.” (Martinez, 2004, p. 98)

As TICs não podem resolver os problemas educacionais de sempre, mas podem trazer melhorias ao âmbito de uma reforma educacional completa e de uma política que as integre de forma relevante (Martinez, 2004).

Em oposição, Braslavsky (2004) afirma que nada é independente da ação social e política, nem mesmo a possibilidade da existência de uma sociedade do conhecimento.

“As características das políticas públicas, ou a ausência de políticas públicas, determinarão se vamos todos entrar na sociedade do conhecimento, ou se as formas que atualmente adotam a produção, distribuição e apropriação de conhecimento significarão um enorme retrocesso para o conjunto da humanidade.” (Braslavsky 2004, p. 79)

Inclusive, para a citada autora, este possível retrocesso da humanidade pode provocar sua consecutiva autodestruição e ainda acrescenta que promover a aprendizagem é bem mais complicado que transmitir informação: “... *não é um desafio tão novo como parece, nem está ligado às novas tecnologias como se crê*” (Braslavsky, 2004, p. 90). Utilizar a ferramenta apenas para repetir informação é perder tempo valioso e escasso. Deve-se avançar no sentido de contribuir na formação de habilidades intelectuais superiores ou de capacidades para resolver problemas prementes (Braslavsky, 2004).

Levy (1993) argumenta que a informática favorece uma aprendizagem por simulação e que as TICs estão inclusive mudando o nosso modo de pensar. O autor

⁵ Estima-se hoje, que boa parte dos postos de trabalho requer uma familiaridade mínima com os computadores, “*pessoas que saibam ler e entender informação técnica*” (Brunner, 2004, p. 27).

chega a comparar esta mudança com a revolução ocasionada com o advento da escrita e posteriormente da imprensa, e anuncia:

“Ora, a prosa, destronada pelas formas de representação que a informática traz, poderia adquirir em breve o mesmo sabor arcaico de beleza gratuita e de inutilidade que a poesia tem hoje. O declínio da prosa anunciaria também o declínio da relação com o saber que ela condiciona, e o conhecimento racional oscilaria rumo a uma figura antropológica ainda desconhecida.” (Levy, 1993, p. 96)

Rüdiger (2003) afirma, dentro de um contexto histórico dialético, que existe uma tendência de se levar o projeto tecnológico para o campo do próprio modo de ser humano que se identifica com o pensamento cibernético.

“A cibercultura, vale lembrar, não é uma coisa, uma emanção da máquina (...) A cibercultura é o movimento histórico, a conexão dialética, entre o sujeito humano e suas expressões tecnológicas, através da qual transformamos o mundo e, assim, nosso próprio modo de ser interior e material em dada direção (cibernética).” (Rüdiger, 2003, p. 54)

Entende-se que não basta apenas equipar os laboratórios com computadores e utilizá-los somente para aplicação de tutoriais e instruções programadas (Valente, s. d.). A tecnologia apresenta-se como meio, como instrumento, para colaborar no desenvolvimento do processo de aprendizagem (Masetto, 2000). Ele aponta quatro elementos importantes: o conceito de aprender, o papel do aluno, o papel do professor e o uso da tecnologia.

A questão da informática na educação, que está estreitamente ligada a questões de ordem política e social, centraliza seu objetivo em atender às necessidades que vão além da simples utilização do computador em sala de aula. A informatização da sociedade é fato e a responsabilidade dos educadores é preparar os alunos para isto, pois o computador hoje é elemento essencial, tanto para sua formação geral quanto profissional. Vivemos numa época em que as TICs estão modificando expressivamente o papel do professor neste processo, e conforme indica Tedesco (2004), as pesquisas disponíveis não apontam caminhos claros para enfrentar o desafio da formação e da atuação docente nesse novo cenário.

1.2 As TICs e a Educação da Expressão Gráfica

“A Expressão Gráfica, disciplina de caráter lingüístico e operacional, permeia todas as atividades humanas sejam de especialização técnica ou artística, ou cotidianas, permitindo o desenvolvimento de qualquer indivíduo na aptidão para expressar suas idéias pelo Desenho, fornecendo-lhe uma visão holística do mundo.” (Graphica, 2005)

A Expressão Gráfica é uma das áreas que muito tem se beneficiado diante sua interação com as TICs. Ouve-se falar das maravilhas que os computadores têm promovido desde a época em que começaram a ser introduzidos definitivamente nas atividades de representação gráfica, início dos anos 90. Entre tantas, algumas que se pode destacar são a rapidez e a precisão de traçado⁶, a automatização de processos repetitivos, a facilidade de correções dos projetos em andamento, a brevidade na reprodução de cópias e também a possibilidade do sistema de armazenagem em forma digital⁷.

Os sistemas CAD vêm trazendo, indiscutivelmente, grandes mudanças favoráveis para as áreas de projeto. Estes software têm sido desenvolvidos na promessa do fim de exaustivas horas debruçados sobre pranchetas e presos a processos manuais trabalhosos de grande precisão como, aliás, o desenho técnico exige. Hoje em dia, qualquer empresa que trabalhe no ramo de projeto utiliza recursos computacionais para desenvolvimento de seus projetos, seja ela ligada ao design de produto, construção civil, metal-mecânica e tantas outras. O desenho técnico nunca foi tão bem explorado, preciso e integrado ao processo de produção como atualmente, graças à incorporação destas novas tecnologias gráficas.

Estas mudanças fizeram com que os projetos saíssem rapidamente da prancheta e passassem a ocupar o espaço virtual por meios digitais. O estudo desenvolvido por Oliveira (1996) é um exemplo deste movimento. Ele estabeleceu um quadro comparativo (Quadro 1.1) sobre as construções fundamentais feitas através de desenho manual e digital. Este estudo levou o autor concluir que no editor gráfico, a rapidez, precisão e uniformidade do traçado são superiores, porém, para realizar tais construções, o software gráfico requer conhecimentos básicos de desenho através de

⁶ Esta preocupação somente começou a ser levada em consideração, de fato, a partir da segunda geração dos sistemas CAD, início dos anos 60 (Celani, 2002).

⁷ Os projetos gráficos manuais acabavam sempre ocupando muito espaço devido ao seu volume de papel.

QUADRO 1.1

Estudo comparativo das construções fundamentais do desenho manual na prancheta e digital no editor gráfico

ENTIDADE	PRANCHETA	CAD	CONSIDERAÇÕES
Linhas	Determinada a partir de um ou mais pontos que definem o seu formato, com auxílio de instrumentos de desenho.	Gerada através do comando “line”, dentre outros assemelhados, e pode ser feita com o cursor a partir do primeiro ponto, ou com as coordenadas dos seus pontos definidores.	No editor a uniformidade do traçado é maior do que na prancheta e os comandos são capazes de localizar os pontos definidores da linha com relativa maior precisão.
Arcos	Define-se os elementos dimensionados do arco e o seu centro e com o auxílio de compasso traça-se o arco.	São gerados pelo comando “arc” (em geral no sentido anti-horário) através da combinação (três a três) de ponto de início, centro, ponto final, ângulo de varredura, tamanho da corda, raio, direção da reta tangente.	Na prancheta é fundamental que se defina o centro do arco, enquanto que no editor nem sempre é necessário explicitá-lo, abrindo-se mais possibilidades de combinações de dados para a geração do arco.
Mediatriz	Constrói-se através da determinação de pontos equidistantes dos extremos do segmento, com auxílio de esquadros e compasso.	Não foi encontrado um comando específico. Para se gerar a mediatriz uma alternativa seria com o auxílio do comando “osnap” determinando-se o ponto médio do segmento e gerando uma perpendicular passando por este ponto.	Mesmo não existindo um comando específico, no editor o ponto médio é determinado com maior precisão e velocidade, enquanto que na prancheta, além da exigência de se conhecer o processo para localização do ponto médio, a precisão fica dependente do desenhista.
Bissetriz	Deve-se determinar pontos equidistantes do vértice e dos lados do ângulo, com auxílio de esquadros e compasso.	Também não há um comando específico que gera a bissetriz. Uma forma alternativa pode ser através de um dos procedimentos utilizados na prancheta, gerando-se com os comandos apropriados as entidades correspondentes para a construção da bissetriz.	Na prancheta existe a necessidade de se conhecer o processo de obtenção e no editor, além disso, há de se conhecer os comandos geradores das entidades usadas. Para o caso da bissetriz, no editor a vantagem apresenta-se somente em termos de rapidez e precisão.
Circunferência	Geralmente desenhada com o compasso conhecendo-se o centro e o raio.	É gerada através do comando “circle”, que possibilita combinar centro, raio, diâmetro, três pontos e sua tangente, de pelo menos cinco formas diferentes para obtê-las.	Cabe para a circunferência as mesmas considerações acerca da construção dos arcos.
Concordância (Tangência)	A construção baseia-se no fato da tangente ser perpendicular ao raio no ponto de concordância.	A geração da concordância ocorre através do comando “continue (line)” ou “continue (arc)” conforme o caso, sempre tendo-se definido o ponto de tangência. O caso de traçar uma tangente a uma circunferência, utiliza-se dos mesmos elementos da prancheta.	Quando o ponto de tangência é predefinido, a vantagem do editor é notória, para os outros casos a vantagem restringe-se à velocidade e precisão.

Fonte: Oliveira et al., 1996.

um raciocínio semelhante ao utilizado na prancheta. Já, a seqüência de traçado exigida pelo método manual pode ser muitas vezes descartada por existir, na maioria das situações, comandos específicos que automatizam sua execução.

Além disso, a oportunidade de construção de modelos virtuais tridimensionais que os sistemas CAD têm proporcionado é outra questão que merece devida atenção. Em pouco espaço de tempo, esta possibilidade, que vem sendo sistematicamente explorada, tem provocado uma mudança estrutural na elaboração de projetos. O método, constituído desde o século XVIII e baseado no esforço de representar objetos tridimensionais, no papel e manualmente, por meio de um sistema projetivo bidimensional, tem sido substituído pela modelagem geométrica tridimensional (Menegotto e Araujo, 2000; Borda, 2001).

“Isto acontece à margem de uma profunda reflexão do papel que todas estas disciplinas desempenham não só do ponto de vista da aplicação prática, mas, principalmente, na formação conceitual e desenvolvimento intelectual do futuro profissional. Reflexão essa, que deve debruçar-se especialmente sobre os aspectos pedagógicos, metodológicos e tecnológicos relacionados à Educação Gráfica.” (EREG, 2006)

Enfim, tais modificações, que trouxeram ganhos em precisão, rapidez e uniformidade, e que estão provocando, em termos de métodos de representação gráfica, uma transição da geometria de projeção para a geometria do objeto através da geração de modelos virtuais tridimensionais, mostram a complexidade do tema emergente. Dentro deste contexto pesquisas têm apontado para as necessidades e possibilidades de aproximar as disciplinas que desenvolvem as Técnicas de Representação⁸ com a Computação Gráfica, já que uma colabora para o desenvolvimento da outra (Guimarães et al, 2005; Menegotto e Araújo, 2000; Soares, 2005; Soares & Martins, 2005).

“As habilidades espaciais, em particular a de visualização, são requeridas por inúmeras profissões artísticas, técnicas e científicas. (...) Sabe-se também que a Geometria Descritiva (GD), dentre outras disciplinas (...) requer esta habilidade e que o estudo da GD ajuda a desenvolver a visualização. A baixa habilidade de visualização espacial pode ser fator de dificuldade e desestímulo à aprendizagem desta e de outras importantes disciplinas (...). Desta forma, a procura de mecanismos que eliminem estas barreiras e promovam a habilidade de

⁸ Disciplinas como Desenho Geométrico, Desenho Técnico e Geometria Descritiva que até então vinham ensinando a arte do desenho manual e suas técnicas, com auxílio de instrumentos específicos.

visualização espacial é importante tema de pesquisa científica.” (Seabra e Santos, 2005)

Certamente essas Técnicas de Representação Gráfica e suas disciplinas precisam de uma readequação ao momento em que vivemos, já que as TICs desenvolveram inclusive outros métodos de representação.

1.3 Caracterização e Delimitação do Problema de Investigação

Dentro deste contexto, surge a necessidade de investigar os processos cognitivos envolvidos no ato de desenhar. Para isto, selecionou-se 11 sujeitos, alunos do curso técnico de Design de Móveis do CEFET-RS, e durante as entrevistas clínicas realizadas individualmente, foram sugeridas situações em que tivessem de construir a imagem mental de um objeto e representar no papel as transformações impostas sobre ele. Aos alunos que já tinham condições de trabalhar com modelagem geométrica tridimensional através do software Autocad, foi sugerido que modelassem um objeto tridimensional neste ambiente.

Neste sentido, Piaget e Inhelder (1948) apontam o caminho de que a representação do espaço se apóia sobre certas relações espaciais, construídas e interiorizadas ativamente. Conforme vão se desenvolvendo, as noções evoluem para conceitos, a ponto de garantir, inclusive, a compreensão de toda axiomática geométrica envolvida nesta representação:

“Não haveria necessidade de sublinhar que outra razão para consagrar um cuidado particular ao estudo do desenvolvimento do espaço é que toda investigação psicológica um pouco avançada nesse domínio é suscetível de aplicação prática. O ensino da geometria poderia ganhar muito ao adaptar-se à evolução espontânea das noções, ainda que – acabamos de pressenti-lo – tal evolução seja muito mais próxima da construção matemática do que o são a maioria dos manuais ditos elementares.” (Piaget e Inhelder, 1948, p. 12)

Assim, formula-se o problema investigado da seguinte maneira:

Como as relações espaciais garantem a elaboração dos desenhos manuais e da modelagem geométrica tridimensional dos alunos do curso técnico de Design de Móveis do CEFET/RS?

Diante à problemática posta, a partir das considerações e delimitações feitas sobre o tema, apresenta-se o percurso da presente investigação:

Os dois próximos capítulos trazem um conjunto teórico sobre os objetos implicados neste estudo. O primeiro deles, Métodos de Representação Gráfica, caracteriza o que aqui se denomina por métodos utilizados nos desenhos manual e digital: o Desenho Técnico Projetivo e a Modelagem Geométrica. No capítulo seguinte, Psicogênese das Relações Espaciais, apresentam-se os estudos desenvolvidos por Piaget e seus colaboradores, dentre os quais envolvem questões sobre a representação imagética: a natureza e o papel da Imagem Mental e as Relações Espaciais presentes ao construí-la.

O capítulo 4, Metodologia de Pesquisa, caracteriza o tipo de investigação aqui realizada, além de apresentar os sujeitos a serem analisados, em que contexto estão inseridos dentro do curso técnico de Design de Móveis do CEFET/RS, bem como os materiais e procedimentos utilizados para a coleta de dados.

O quinto capítulo é dedicado à análise dos dados colhidos junto aos sujeitos entrevistados, a partir das suas condutas, representações gráficas manuais e modelagem geométrica tridimensional.

Assim, foi possível verificar a presença das relações espaciais na construção da imagem mental de um objeto, e como, ao longo do curso, elas se coordenam de modo a garantir o desenho, manual ou digital, das transformações sugeridas sobre esta imagem. Acredita-se que a análise dos desenhos realizados durante as entrevistas evidencia, sob o ponto de vista psicogenético, a lógica geométrica do espaço envolvida em suas elaborações.

2 MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Conforme a NBR 10647⁹, quanto à técnica de execução, os desenhos podem ser obtidos manualmente, com auxílio ou não de instrumentos de desenho, ou no computador. Com a finalidade de delimitar o campo de estudo, apresenta-se neste capítulo, os métodos que garantem a execução dos desenhos manual e digital. O Desenho Técnico Projetivo se apropria da Geometria Descritiva para resolver problemas das formas dos objetos tridimensionais, com o objetivo de representá-los sobre um plano: a folha de papel. Este método fundamenta principalmente a execução do desenho manual, por meio de um conjunto de normas que estabelecem a apresentação de projetos gráficos. Já a modelagem geométrica, método empregado para obtenção de desenhos digitais, possibilita a construção de modelos geométricos no espaço virtual tridimensional, permitindo, por conseguinte, a obtenção de toda a informação necessária sobre a forma do objeto representado.

2.1 *Desenho Técnico Projetivo*

Desde a pré-história, o homem utiliza o desenho como um meio de manifestar suas idéias. A princípio eram feitos nas paredes das cavernas e serviam de registro de seu próprio cotidiano. Desde então, o desenho acompanha a evolução da humanidade diversificando-se e especializando-se de acordo com suas aplicações. “*Apoiado no seu caráter descritivo, originou-se a escrita*” (Ribeiro, 1993). A valorização de seus aspectos estéticos e formais transformou-se em desenho artístico e o aperfeiçoamento da capacidade de representação da forma e de solução de problemas geométricos e projetivos, originou o que se chama Desenho Técnico Projetivo.

⁹ Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que dispõe sobre a terminologia empregada em desenho técnico.

O desenho executado pelos engenheiros, arquitetos e todos aqueles que o utilizam como ferramenta de trabalho, se aperfeiçoou até atingir a forma moderna da geometria descritiva. O sistema de projeção ortogonal sobre planos dispostos perpendicularmente entre si formando os chamados diedros foi sistematizado, no século XVIII, pelo matemático francês Gaspard Monge. Todo o fundamento da geometria descritiva está baseado em seus conceitos e neles se sustentam os desenhos utilizados em projetos técnicos de qualquer natureza. O Desenho Técnico representa um meio de ligação indispensável entre vários ramos industriais, pois é um código universal que se difere de qualquer outro pela clareza e precisão, não permitindo quaisquer dúvidas ou más interpretações em sua leitura. Enfim, o Desenho Técnico Projetivo deve conter uma representação clara e indicação precisa de todos os detalhes, a fim de que possa ser executado sem a necessidade de esclarecimentos verbais, ou seja, deve dizer-se por si.

Segundo a NBR 10647, o Desenho Técnico Projetivo é resultante da projeção cilíndrica do objeto sobre um ou mais planos que fazem coincidir com o próprio desenho podendo ser representado por meio de vistas ortográficas ou perspectivas: cilíndrica ou cônica (ABNT, 1990).

“A finalidade principal do Desenho Técnico é a representação precisa, no plano, das formas do mundo material e, portanto, tridimensional, de modo a possibilitar a construção e reconstrução espacial das mesmas. Essa representação de formas constitui o campo chamado desenho projetivo.” (Bornancini, 1981, p. 6)

Ele ainda engloba desde a representação de um simples objeto em três vistas ortográficas até a mais complexa máquina, formada por vários componentes. Fornece, por meio de um conjunto de linhas, números e indicações escritas, informações sobre a função, forma, dimensões, trabalho, posição e material de um determinado objeto.

Além disso, fica evidente que por trás do Desenho Técnico Projetivo existe um conjunto de disciplinas que possibilitam o desenvolvimento das Técnicas de Representação Gráfica. A disciplina de Geometria Descritiva, por exemplo, torna-se essencial na medida em que auxilia na resolução de problemas que envolvem a projeção cilíndrica de um objeto tridimensional sobre planos.

2.2 Modelagem Geométrica

A Modelagem Geométrica trata do problema da criação, manipulação e topologia dos objetos gráficos no computador, e o primeiro a possuir recursos gráficos gerados a partir de dados numéricos foi o *Whirlwind I*. Este computador foi desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, em 1950, para fins acadêmicos e militares. Em 1959, surgiu o termo *Computer Graphics*, criado por Verne Hudson, enquanto coordenava um projeto, para a *Boeing*, que desenvolvia trabalhos com simulação de fatores humanos em aeronaves (Azevedo e Conci, 2003). Contudo, uma das mais importantes publicações na área da Computação Gráfica foi a tese de doutorado de Ivan Sutherland: “*Sketchpad – A Man-Machine Graphical Communication System*”, publicada em 1962 (Celani, 2002; Azevedo e Conci, 2003; Gomes e Velho, 1993). Esta pesquisa oportunizou o desenvolvimento dos sistemas CAD que, no final da década de 1960, já eram utilizados praticamente por toda a indústria automobilística e espacial.

O desenvolvimento da Computação Gráfica sempre sofreu, e continua sofrendo, influência da evolução do seu principal equipamento, o computador. Outros campos do conhecimento, como a matemática, as ciências cognitivas e a inteligência artificial, contribuíram e continuam contribuindo para o seu desenvolvimento.

Conforme a ISO (*International Standards Organizations*), a definição de Computação Gráfica é um conjunto de métodos e técnicas utilizados para converter dados para um dispositivo gráfico via computador. Isto significa que seu principal objetivo é converter dados em imagens geradas a partir de equações matemáticas.

*“Segundo Steve Hawking em seu livro *The Large Scale Structure of Space-Time*, “a matemática é a linguagem do homem com a natureza” e é exatamente aí que entram os computadores. A habilidade de simular a natureza em computadores tem sido objeto de atenção e curiosidade de toda a comunidade científica.” (Azevedo e Conci, 2003)*

A Computação Gráfica, além de ser uma área muito ampla e de diversas aplicações, envolvem muitas outras áreas que trabalham de modo unificado e cooperativo (Azevedo e Conci, 2003; Gomes e Velho, 1994). A Figura 2.1 ilustra esta relação.

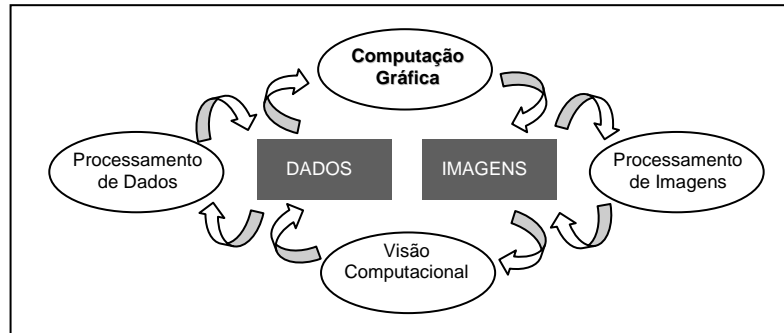


Figura 2.1 – A Computação Gráfica e Áreas Correlatas.
Fonte: Gomes e Velho, 1994, p. 3.

A área de Visão Computacional, por exemplo, possibilita um processo de *Análise de Imagem*, a partir de imagens digitais, tornando possível analisar certas características do objeto de estudo (Azevedo e Conci, 2003). No caso da Computação Gráfica, a obtenção da imagem se dá por processo chamado de *Síntese de Imagem*, o que possibilita a obtenção sintética das imagens, ou seja, “as representações visuais de objetos criados pelo computador a partir das especificações geométricas e visuais de seus componentes” (Azevedo e Conci, 2003, p. 8). Juntamente com o *Processamento de Imagem*, utilizado para realçar características visuais, a análise e a síntese fundamentam os processos computacionais que envolvem a imagem (Fig. 2.2).

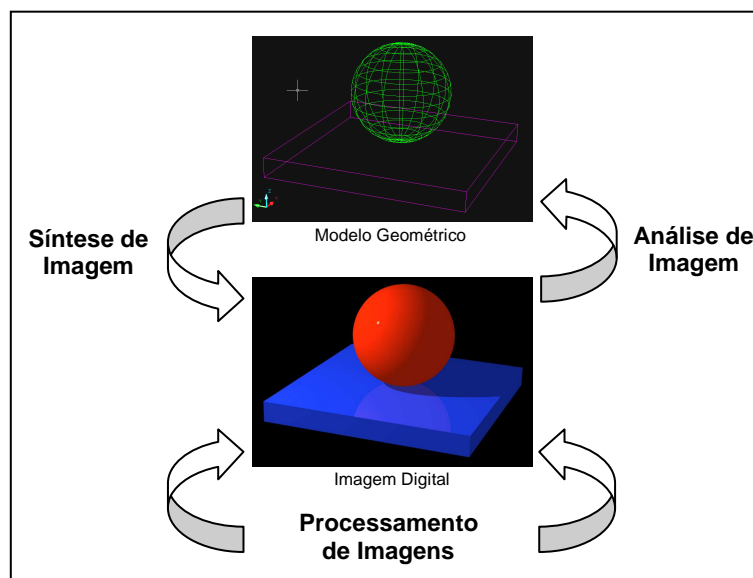


Figura 2.2 – Síntese, Processamento e Análise da Imagem.
Fonte: Gomes e Velho, 1994, p. 4.

Os sistemas CAD, que fazem parte de uma das áreas de aplicação da Computação Gráfica, referem-se ao Projeto Assistido por Computador e normalmente são entendidos como programas capazes de fazer desenho, porém não se restringem somente a este aspecto. Conforme expõe Celani (2002), desde os anos 60, um dos principais objetivos do CAD, relacionado diretamente com a Computação Gráfica, está na possibilidade de obtenção de modelos geométricos tridimensionais dos objetos a serem projetados, permitindo com isso a automatização de atividades trabalhosas e repetitivas.

A Modelagem Geométrica consiste num método que visa obter sinteticamente a forma e as características geométricas de um objeto. Um modelo geométrico tridimensional permite, por meio de comandos específicos, a obtenção automatizada de toda informação necessária a um projeto gráfico: vistas ortográficas, perspectivas obtidas por projeções cilíndricas e cônicas, imagens fotorrealistas, entre tantas outras possibilidades. Estas informações, pelo que já se viu, fazem parte do processo de síntese de imagem. A figura 2.3 ilustra a tela do Autocad onde se observa, na área de trabalho, o modelo geométrico tridimensional de um aparador obtido por sua modelagem.

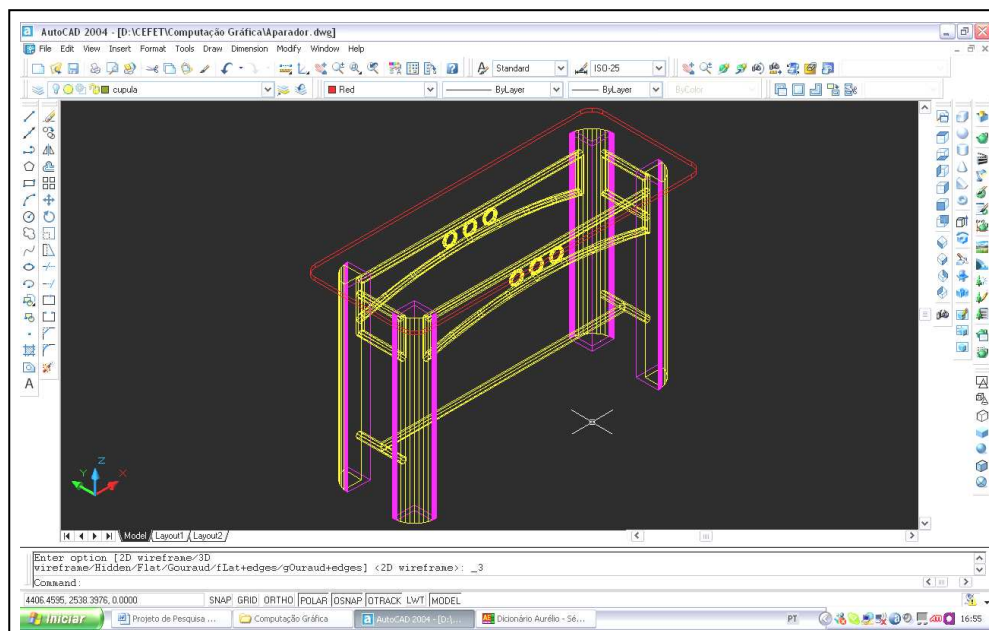


Figura 2.3 – Modelo geométrico tridimensional do aparador.

Fonte: Produção própria.

Do modelo geométrico tridimensional, por exemplo, pode-se obter as vistas ortográficas do objeto em questão, a partir de comandos específicos, conforme ilustra a figura 2.4. A imagem digital da vista ortográfica não difere daquela obtida pelo desenho manual.

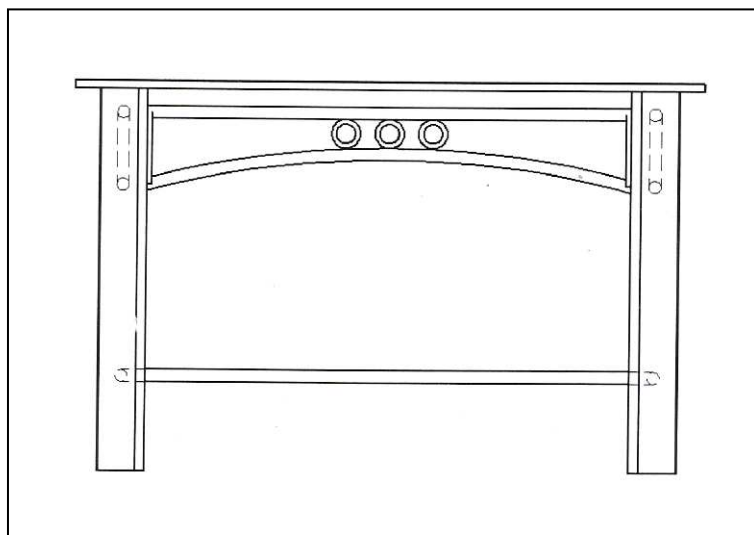


Figura 2.4 – Vista ortográfica frontal do aparador, obtida a partir do modelo geométrico tridimensional.

Fonte: Produção própria.

Outra possibilidade é a obtenção de uma imagem fotorrealista. A partir do modelo geométrico em questão, pode-se obter a imagem digital renderizada de um aparador (Fig. 2.5). Pelo fato desta imagem assemelhar-se em aparência a uma fotografia também é denominada fotorrealista.



Figura 2.5 – Maquete digital obtida no programa Autocad, a partir da renderização do modelo virtual tridimensional.

Fonte: Produção própria.

A facilidade de obtenção de imagens fotorrealistas, ou renderizada, aliada à possibilidade de se alterar parâmetros como cor, iluminação, texturas, pontos de vista, etc., permitem, por exemplo, um amplo estudo da aparência de um objeto antes mesmo dele existir. Tudo isso graças a possibilidade de simulação e parametrização de objetos em ambiente virtual.

Gomes e Velho (1993) concluem que o estudo da imagem, seus diversos elementos e técnicas de processamento são de grande importância para as áreas de síntese e análise de imagens. Eles também distinguem três características da Computação Gráfica, já que ela permite visualizar objetos que: a) ainda se encontram em fase de projeto; b) estão fora do alcance de nossa percepção visual; c) fogem de nossa realidade tridimensional.

Enfim, dentro do que se pretende investigar, pode-se afirmar que o objetivo do projeto gráfico é representar características e as formas de um objeto no plano bidimensional, independentemente do método utilizado para sua obtenção, pois este plano pode ser tanto a folha de papel quanto a tela do monitor. No caso do computador, o trabalho do desenhista desloca-se para a execução do modelo

geométrico em ambiente virtual tridimensional, onde, por meio de comandos específicos, pode-se obter a imagem digital da vista ortográfica desejada.

3 PSICOGÊNESE DAS RELAÇÕES ESPACIAIS

O objetivo da presente pesquisa é a investigação dos processos cognitivos envolvidos no ato de desenhar, mais especificamente, das relações espaciais envolvidas neste processo de representação gráfica, seja ela manual utilizando-se o método do Desenho Técnico Projetivo, ou digital obtida a partir de um modelo geométrico tridimensional. Busca-se investigar a forma como os alunos do curso de Design de Móveis utilizam estas relações espaciais, necessárias à construção do espaço, para representar objetos graficamente. Logo, este capítulo tem por objetivo expor os estudos desenvolvidos por Piaget que envolvem questões da representação imagética, sobre suas relações com as estruturas espaciais e suas formas de abstrações, por acreditar que tal contribuição teórica pode colaborar para a análise do problema proposto.

3.1 A Representação Imagética

Como vimos anteriormente, a principal função da Computação Gráfica é transformar dados em imagens. Podemos então compreender que o ato de desenhar, tanto de forma manual como digital, exprime a capacidade de representar um objeto existente que ainda está por existir. Neste sentido, podemos dizer que a imagem assume um papel essencial no ato de representar. Desta forma, é preciso entender seu papel e sua natureza a fim de podermos constatar seu sentido e suas implicações dentro da Expressão Gráfica.

Etimologicamente, temos pela palavra imagem, o significado de: *“representação exata ou analógica de um ser, de uma coisa; cópia, aquilo que evoca uma determinada coisa, por ter com ela semelhança ou relação simbólica; símbolo; representação mental de um objeto, de uma impressão, etc.”* (Aurélio, 1999).

De fato, para Chauí (2004), a imagem apresenta um análogo das coisas, situações ou pessoas em questão, seja por estarem no lugar das próprias coisas, seja porque nos fazem imaginar outras coisas (sentido simbólico). A imagem pode representar algo existente, e neste caso ela é tida como reprodutora, ou ser produto da criação de uma “*realidade imaginária*” (Chauí, 2004, p. 146), algo que exista apenas como imagem. Em qualquer caso, a imagem se caracteriza por evocar o ausente, “*com forte tonalidade afetiva*” (Chauí, 2004, p. 146).

Piaget (1937) também define a imagem como o produto de um esforço do sujeito em evocar objetos ausentes, seja na tentativa de reconstituição do passado ou de dedução do futuro, e, juntamente com a linguagem, engendra o pensamento representativo. É no final do período sensório-motor que surge a necessidade do sujeito ultrapassar a ação no intuito de representar a realidade, ou seja, “*criar uma imagem comunicável destinada a alcançar a verdade mais do que simples utilidade*” (Piaget, 1937, p. 387). Contudo, isto não significa interpretar o papel da imagem como simples cópia da realidade, um dado perceptivo, pois a representação imagética implica em assimilação do objeto: “*assimilar o objeto equivale a participar nos sistemas de transformações do qual ele é produto e a entrar em interação com o mundo agindo sobre ele*” (Piaget, 1966, p. 8). Ao copiar essas transformações o sujeito está reproduzindo-as ativamente e prolongando-as, decompondo e recompondo o objeto.

Pode-se entrever destas primeiras considerações, que a principal preocupação de Piaget foi verificar quais as relações entre a imagem mental e o funcionamento do pensamento. Seu objetivo foi pesquisar as relações entre os aspectos figurativos e operativos das funções cognitivas nos domínios visuais, resultando na publicação do livro *A Imagem Mental na Criança*¹⁰:

“Será, portanto, para nós um problema essencial examinar o papel das imagens nos princípios das intuições espaciais e sobretudo a sua natureza. Permanecem decalcadas sobre a percepção, ou diferem dela desde as suas formas elementares mais modestas? E, sobretudo, evoluem de maneira autônoma ou são cada vez mais dirigidas pelas operações? Duma maneira geral, por que é que o acordo entre a imagem e a operação parece ao mesmo tempo mais estreito e mais frutuoso no

¹⁰ PIAGET, J. e INHELDER, B (1966). *A Imagem Mental na Criança*: estudo sobre o desenvolvimento das representações imagéticas. Porto: Livraria Civilização, 1977.

terreno do espaço do que nos outros domínios? Há uma série de questões simultaneamente específicas da intuição geométrica e no entanto muito esclarecedoras para o conjunto do problema das imagens mentais.” (Piaget e Inhelder, 1966, p. 32-33)

Para facilitar o entendimento deste estudo, Piaget primeiramente classificou as imagens segundo sua estrutura (Quadro 3.1). Desta categorização surgem dois grandes grupos de imagens: as do tipo reprodutoras (R) e as antecipadoras (A).

Quadro 3.1
Classificação das imagens segundo sua estrutura

Imagens	Imediatas (pré-imagens) (I) ou diferidas (II)	Incidindo sobre o produto (P) ou modificação (M)
Reprodutoras (R): - Estáticas (RE); - Cinéticas (RC); - de Transformação (RT).	RE I ou RE II RC I ou RC II RT I ou RT II	RCP ou RCM RTP ou RTM
Antecipadoras (A): - Cinéticas (AC); - de Transformação (AT).		ACP ou ACM ATP ou ATM

Fonte: Piaget e Inhelder, 1966, p. 23.

As imagens reprodutoras estáticas (RE), que evocam objetos ou acontecimentos já conhecidos, surgem com o aparecimento da função simbólica, ou seja, no final do período sensório-motor. Já as cinéticas (RC) e de transformação (RT), que ocorrem quando o objeto muda de posição ou de forma respectivamente, mesmo que já tenham sido percebidas, acabam se desenvolvendo apenas no nível pré-operatório¹¹. As imagens antecipadoras¹², aquelas capazes de evocação prévia de processos ainda não executados, só se desenvolvem a partir do nível das operações concretas.

¹¹ Cabe alertar que as imagens reprodutoras (cópias imediatas) cinéticas e de transformação só deixam de fracassar por volta dos 7-8 anos, final do período pré-operatório, pois estas só se constituem apoiando-se em antecipações e reantecipações, necessitando, portanto de um quadro de operações mentais.

¹² Para Piaget, a maior parte das imagens evocadas pelo pensamento adulto (após 11-12 anos) é do tipo antecipadora.

“Em resumo, os dois grandes períodos do desenvolvimento das imagens correspondem aos níveis pré-operatórios (antes dos 7-8 anos) e aos níveis operatórios (...) as imagens do primeiro destes dois períodos são essencialmente estáticas, (...) incapazes de representar movimentos e transformações (...). Pelos 7-8 anos, pelo contrário, inicia-se uma capacidade de antecipação imagética, que permite então a reconstituição dos processos cinéticos ou de transformação e mesmo a previsão das seqüências novas e simples.” (Piaget e Inhelder, 1966, p. 485)

Tanto as imagens cinéticas quanto as de transformação, ainda podem ser analisadas sob o ponto de vista do resultado de sua mudança, portanto incidindo sobre o produto (RCP, RTP, ACP e ATP) ou do processo, logo recaindo sobre o desenrolar da própria modificação (RCM, RTM, ACM e ATM). As experiências realizadas ainda demonstram que os sujeitos têm mais facilidade de imaginarem o resultado (P) do que a seqüência de movimentos ou transformações, pois é preciso ordená-las, ou seja, o sujeito necessita do esquema operatório de seriação.

Embora as imagens se tornem antecipadoras devido às operações, elas também se constituem em auxiliar necessário ao funcionamento destas. *“Se ela (imagem) é tão útil, isso deve-se a que serve de trampolim à dedução, e graças ao seu simbolismo permite esboçar aquilo que a construção operatória prolonga e leva a bom termo”* (Piaget e Inhelder, 1966, p. 512).

Piaget conclui essa pesquisa destacando a importância do significado epistemológico da imagem, pois aponta para o fato do conhecimento humano não poder reduzir-se a uma simples cópia da realidade, numa crítica ao empirismo e ao apriorismo.

“A própria noção de cópia exata em relação ao objeto parece contraditória, porque, ou há cópia, e esta permanece global atingindo o objeto só à escala em que ele não está dissociado nas suas componentes objetivas, ou então há um esforço para atingir estas componentes com exatidão e já não há cópia, mas esquematização e construção de modelos cuja verificação é medida e supõe a união da experiência com a dedução.” (Piaget e Inhelder, 1966, p. 521)

Com base no estudo sobre a imagem mental de Piaget, no que compete à intuição geométrica, deduz-se que desenhar pode requerer antecipações imagéticas de transformação, tanto de produto como de modificação, portanto existe a necessidade do apoio de um quadro operatório. Estas operações são de caráter espacial, ou infralógico, e lógico-aritmético: espacial, porque derivam das

transformações sobre o objeto no espaço, portanto recai sobre um aspecto figurativo; lógico-aritmético, pois garantem a imagem dos resultados destas transformações, uma vez que são procedentes da inteligência e da lógica, além de se constituírem dentro de um caráter reversível.

“Se a intuição geométrica constitui de fato o domínio no qual as imagens são levadas ao seu mais alto grau de precisão, (...) não poderíamos no entanto, reduzir essa intuição a um simples jogo de imagens, mesmo antecipadoras. A intuição geométrica é essencialmente operatória e é o sistema das operações que ela comporta que lhe fornece a sua significação.” (Piaget e Inhelder, 1966, p. 475)

De fato, vemos que a atribuição da imagem é desempenhar um papel de significante, um símbolo em relação às ações: *“não é a imagem que determina as significações: é a ação assimiladora que constrói as relações, cuja imagem não é senão um símbolo”* (Piaget e Inhelder, 1948, p. 476).

É claro que seu papel vai depender do grau de desenvolvimento do sujeito, pois se constata, por exemplo, que a princípio seu pensamento limita-se em evocar ações materiais já executadas antes e malogra em reconstituir as transformações mais simples. Este aspecto de pensamento foi chamado por Piaget (1945) de pré-conceitual ou figural, próprio do estágio pré-operatório.

“No nível das operações concretas, as composições reversíveis que caracterizam a ação mentalizada tornam-se bastante coerentes e precisas para que o papel da imagem cesse de ser indispensável. Com as operações formais, finalmente, ela é tão ultrapassada pelo pensamento que a imagem do ponto, da linha contínua sem superfície [...], etc., torna-se inadequada à inteligência operatória.” (Piaget e Inhelder, 1948, p. 477)

A imagem, então, no início de seu desenvolvimento, no estágio pré-operatório, tem a capacidade de reproduzir eventos, porém ainda de forma estática e sem continuidade, ou seja, não dando conta ainda de reproduzir as modificações, tanto de posição quanto de forma daquilo que já foi percebido, limitando-se a evocar os resultados de ações já executadas. O pensamento nesta fase é estruturado pelas leis da imagem que toma para si um papel fundamental. Contudo, a partir do nível das operações, a imagem deixa de ser a única fonte de conhecimento e passa a ser utilizada, a princípio para verificar/assegurar o resultado das ações sobre o objeto

concreto, para depois se desprender totalmente das ações concretas a fim de auxiliar o pensamento dedutivo, conseqüentemente formal.

Enfim, vê-se que a imagem consegue antecipar e até mesmo reproduzir as modificações, porque se apóia sobre as operações mentais. Cabe então, um estudo da natureza destas operações espaciais, pois ao que tudo indica, elas são responsáveis por favorecer o pensamento imagético, bem como engendrar o desenvolvimento da noção espacial.

3.2 *As Relações Espaciais*

O desenvolvimento da noção do espaço se dá devido à capacidade que temos em coordenar nossas ações sobre os objetos, a partir das qualidades que colhemos deste pelos nossos sentidos. Quando conseguimos prolongar estas ações em operações mentais, nos tornamos capazes ainda de representá-lo imagetivamente.

Neste sentido, segundo Piaget, a construção do espaço prossegue em dois planos distintos: o perceptivo ou sensório-motor e o representativo ou intelectual:

“Na realidade, desde o início da existência constrói-se efetivamente um espaço sensório-motor ligado, ao mesmo tempo, aos progressos da percepção e da motricidade (...). Após, somente após, vem o espaço representativo, cujos inícios coincidem com o da imagem e do pensamento intuitivo, contemporâneos da aparição da linguagem (...). A representação é, em conseqüência, obrigada a reconstruir o espaço a partir das intuições mais elementares (...), mas aplicando-as já, em parte a figuras projetivas e métricas superiores ao nível dessas relações primitivas e fornecidas pela percepção.” (Piaget e Inhelder, 1948, p. 17-18)

O desenvolvimento da noção espacial é possível graças a certas relações que o sujeito constrói ao longo de sua vida. São elas de caráter topológico, projetivo e euclidiano. A construção e o desenvolvimento destas relações foi objeto de investigação de Piaget e seus colaboradores e estão descritos no livro *A Representação do Espaço na Criança*¹³.

¹³ PIAGET, J. e INHELDER, B (1948). *A Representação do Espaço na Criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

3.2.1 Relações Topológicas

O desenvolvimento do espaço é construído pelo sujeito, e evolui desde o seu nascimento até o nível formal do pensamento. Parte-se então, da idéia de que o espaço e suas relações não são um dado *a priori* (apriorismo) e nem imposto pela percepção (empirismo), mas sim produto de uma construção progressiva que requer do sujeito coordenação e reconstrução das suas ações sobre esse espaço (Piaget e Inhelder, 1948).

É claro que, no seu início, o espaço visual está apoiado fortemente pela percepção, porém, mesmo sendo esta a principal fonte de conhecimento, não se descarta a ação do sujeito sobre ela, o que Piaget (1936 e 1937) chama de *atividade perceptiva*. Faltam ao bebê a coordenação entre a visão, a apreensão, o espaço visual e o espaço tátil-cinestésico. A prova disto é que o objeto, quando sai do seu campo visual, aparentemente deixa de existir (Piaget, 1936 e 1937). Com a coordenação destas ações, certas relações tornam-se imprescindíveis para garantir a construção do espaço percebido. As relações topológicas auxiliam na construção do espaço percebido constituindo gradativamente as relações elementares de uma mesma figura (sua estrutura) ou ainda a analogia de uma figura com outra (homeomorfia), sem ainda levar em consideração as relações espaciais que situam uma em relação à outra (projetivas e euclidianas).

“A figura percebida é, pois, comparável a tais estruturas deformáveis e elásticas que a topologia leva em consideração e a semelhança da figura com ela mesma é, então, assimilável a uma espécie de “homeomorfia”, ou seja, de simples correspondência biunívoca e bicontínua, mas naturalmente intuitiva e sem nenhuma operação exata, pois trata-se de percepções puras.” (Piaget e Inhelder, 1948, p. 24)

Estas relações são: a) de vizinhança, que corresponde à proximidade dos elementos percebidos num mesmo campo visual; b) de separação, que depende de uma percepção analítica, visto que consiste em dissociar elementos vizinhos que podem se interpenetrarem, confundindo-se; c) de ordem, ou sucessão espacial, que se estabelece entre elementos vizinhos e separados, distribuídos em seqüência, arranjados de maneira constante e que é suscetível a desenvolvimentos indefinidos; d) de envolvimento, ou circunscrição, que dá condições de perceber elementos que

estão entre, constituindo-se em uma relação importante, visto que auxilia na posterior construção de uma, duas e três dimensões; e e) de continuidade, que faz com que um campo perceptivo evolua para a constituição de um campo espacial contínuo.

O desenvolvimento destas relações e a coordenação crescente das ações do sujeito vão dar conta de uma elaboração da constância da forma e grandeza do objeto. Aos poucos, a atividade sensório-motora dirige-se para condutas de pesquisa e de experimentação e vê-se aparecer gradativamente a imagem mental, prolongando-se da imitação e, conseqüentemente, os primeiros indícios de representação (Piaget, 1937). As relações topológicas evoluem a partir da coordenação das ações mais elementares do sujeito e continuam auxiliando na posterior construção do espaço projetivo e euclidiano.

3.2.2 *Relações Projetivas*

O espaço projetivo inicia quando o sujeito passa a situar os objetos e suas configurações, uns em relação aos outros, ou seja, deixam de ser estimados em si mesmos (homeomorfia) e passam a ser considerados em relação a um ponto de vista. Elas são necessárias inclusive para a capacidade de coordenar diversos pontos de vista, como, por exemplo, imaginar o resultado da perspectiva de um ponto de vista que não seja o seu próprio. As relações projetivas supõem uma coordenação de objetos espaciais, garantindo a constância de suas grandezas e formas. Para analisar estas relações, Piaget (1948) observou crianças em situações que exigiam o auxílio destas relações. Para tanto, ele observou a gênese da reta projetiva a partir da ação de mirar, bem como a construção de perspectivas elementares (de uma agulha e de um disco), a construção que intervêm nas sombras, as coordenações de conjunto de perspectivas, as seções e rebatimentos e o desenvolvimento dos volumes.

3.2.3 *Relações Euclidianas*

Estas, assim como as relações projetivas, também evoluem das intuições topológicas elementares. Passam a constituir as relações métricas gerais, as quais constituem a métrica euclidiana. As relações euclidianas também evoluem a partir de coordenações que fazem a transição entre as noções projetivas e as noções métricas,

constituídas pela afinidade e semelhança. Sendo assim, Piaget observou a conservação das paralelas a partir da transformação de figuras mantendo o paralelismo de alguns elementos (losango), a descoberta das proporções e semelhanças e a conservação dos ângulos, os sistemas naturais de coordenadas (construção das horizontais e verticais) e, por fim, as relações de conjunto entre noções projetivas e euclidianas através da construção de mapas, no sentido topográfico.

Em síntese, Piaget e Inhelder (1948) constataram que, tanto a noção do espaço como a intuição geométrica, não são engendrados pela simples leitura das propriedades dos objetos, pois requer, desde o início, uma ação exercida sobre estes. É a partir do nível das operações concretas que a noção do espaço e a intuição geométrica se constituem apoiados pelas relações projetivas e euclidianas que ultrapassam os dados perceptivos. Estas operações concretas que constituem o espaço como tal, visto que se apóiam nos encaixes de partes de um mesmo objeto no objeto total.

3.3 A Abstração das Relações Espaciais

Partindo do pressuposto que na abstração empírica o sujeito tira as informações dos objetos e das características materiais ou observáveis de suas ações, e que a abstração reflexionante só é possível a partir da coordenação de esquemas, podemos afirmar que, em todos os níveis, a diferença entre ambas depende de três fatores: a) as abstrações empíricas se exercem sobre observáveis e os reflexionamentos sobre as coordenações; b) existem degraus de generalidade nas coordenações das ações; c) as funções de forma e conteúdo são relativas, pois toda forma torna-se conteúdo para aquelas que a englobam.

A evolução destas abstrações só é possível devido à cooperação entre ambas, uma servindo de suporte à outra. Mesmo sabendo que a abstração reflexionante, por intermédio de reflexionamentos, é capaz de tirar seus dados de não observáveis, se retornarmos à sua origem veremos que ela evolui amparada em abstrações empíricas. Esta, por sua vez, só evolui por apoiar-se sobre a colaboração da abstração reflexionante. Se, a princípio, no período sensório-motor, por exemplo, o sujeito

apóia-se mais sobre as abstrações empíricas, uma vez que se limita a registrar características mais perceptivas e globais do objeto, à medida que vai se desenvolvendo, surge a necessidade de apoiar-se em operações lógico-aritméticas. As intuições aos poucos vão ganhando novas propriedades e evoluem tornando-se conceitos. É assim que os objetos se enriquecem de propriedades que não estão neles, mas possíveis a partir da coordenação das ações do sujeito.

“Nos níveis elementares, (...) em que a abstração empírica aparece, pois, como quase pura, limita-se ela a registrar as características perceptivas mais aparentes e mais globais dos objetos, enquanto, com os progressos da conceituação, das relações de ordem, ou das estruturas lógico-aritméticas em geral e, sobretudo, da métrica espacial e dos sistemas de referência, quantidades crescentes das propriedades dos corpos e das ações tornam-se observáveis depois de terem sido, anteriormente, ou negligenciadas ou sistematicamente deformadas.” (Piaget, 1977, p. 288)

As relações entre o espaço do objeto e a geometria do sujeito supõem constante colaboração das duas formas de abstrações: empírica e reflexionante. Por um lado, vemos despontar a primazia das abstrações empíricas, na medida em que as propriedades são dadas pelos objetos (aspectos figurativos), como sua forma, posições, deslocamentos, etc. Porém, já é sabido que estas propriedades requerem um quadro de reflexionamento, portanto, de abstração reflexionante. Por outro lado, observamos um crescente desenvolvimento no sentido de enriquecer as características do objeto, só diferenciadas a partir das coordenações do sujeito (operações), como por exemplo, as relações de ordem, classificação, extensão, etc., dados estes não fornecidos diretamente pelos objetos. Vemos neste caso despontar a necessidade de um reflexionamento apoiando-se em abstrações pseudo-empíricas, utilizadas principalmente para constatar caracteres por coordenação de suas ações, porém, a partir dos observáveis. O desprendimento total destes observáveis eleva o pensamento a abstrações refletidas, onde é possível chegar a deduções a partir da reflexão sobre a reflexão.

“Em sua dupla natureza, de extensão dos objetos e de geometria do sujeito, o espaço constitui, portanto, desde o nível sensório-motor, o ponto de junção ou zona de intersecção entre a realidade exterior e as operações do sujeito: de onde, a união particular que existe entre a abstração reflexionante e a abstração empírica, a primeira conferindo às propriedades espaciais um caráter de necessidade e a segunda, apoiando-se sobre o fato de que estas propriedades existiam no objeto, antes de sua tomada de conhecimento.” (Piaget, 1977, p. 270)

A representação do espaço pode então ser entendida como uma mistura entre a capacidade operatória e representação visual: “*os observáveis figurativos inserem-se muito diretamente nas transformações racionais e estas transformações são elas mesmas representáveis*” (Piaget, 1977, p. 270). Mais uma vez, constata-se a importância do papel da abstração reflexionante na constituição do espaço.

“A intuição geométrica inicial é, pouco a pouco, dissociada numa formalização, no que diz respeito às operações do sujeito, cada vez mais centradas na forma e numa física geométrica, no que diz respeito ao conteúdo, juntando-se, então, aos da dinâmica em geral.” (Piaget, 1977, p. 272)

A evolução do espaço comporta duas lições. Uma é que o espaço serve como mediador entre o sujeito e os objetos, e outra é que esta construção necessita de um quadro de assimilação recíproca entre as estruturas geométricas e as estruturas algébricas. Existem portanto, três características que evidenciam o desenvolvimento das reações aos problemas geométricos: primeiro que existe uma primazia provisória da abstração empírica; em segundo lugar, a necessidade de controle, recorrendo-se aos observáveis para verificar o produto das abstrações (pseudo-empírica), e, por último, no que se refere à noção da ordem, a abstração refletida começa tardiamente devido à necessidade de apoiar-se sobre as operações inicialmente concretas e, finalmente, podendo ser ampliada por intermédio do pensamento reflexivo.

4 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Este capítulo tem o propósito de expor as características desta investigação, além dos procedimentos adotados para sua implementação. Devido suas características tal investigação, a qual Gil (2002) classificaria como explicativa, teve seu objetivo centrado na compreensão de um problema. A partir da explicação da razão destes fatos, e no que se refere aos procedimentos, pode-se dizer que se trata de estudo de caso.

Para Triviños (1987), o estudo de caso deve ser entendido como uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente, onde a preocupação recai sobre uma ampla compreensão de modo a suscitar a riqueza de significados. O estudo de caso se constitui como boa estratégia quando o *como* e o *por que* fazem parte das perguntas centrais da problemática, tendo o investigador algum controle sobre o evento (Goode, 1973).

Deste modo, o emprego do estudo de caso justifica-se pelas características desta investigação, visto que ela centra-se na questão da importância das relações espaciais em jogo na execução de representações gráficas, sejam elas manuais ou digitais. O interesse está na análise dos processos cognitivos utilizados pelos sujeitos a fim de obterem êxito em suas representações gráficas, à luz dos estudos teóricos de Piaget referentes à psicogênese das relações espaciais.

4.1 Campo de Análise: Curso Técnico de Design de Móveis

O avanço da tecnologia abriu caminho para as empresas terem acesso a novas possibilidades e determinou transformações no mercado de trabalho, que vem requisitando profissionais capazes de interagir com as TICs e com flexibilidade de crescimento e adaptação às constantes mudanças. Tornam-se necessários profissionais com conhecimento em desenho, como também conhecimentos

específicos em projetar e desenhar com auxílio do computador. A globalização e seus mercados fazem do desenhista de CAD um profissional vital para o sucesso de projetos digitais (Plano do Curso Técnico em Design de Móveis, 2001). Profissionais que pensem, analisem, façam modelos de produtos, desenhem e indiquem alternativas capazes de incrementar vendas, aumentar a competitividade e lucratividade e reduzir custos. Estas são características de um Designer. Neste contexto, foi criado o curso Técnico, de nível médio, em Design de Móveis, com certificação intermediária de Desenhista em CAD, ancorado em conceitos teóricos e práticos que determinem características inovadoras, de forma a formar profissionais que possam adequar-se às evoluções que as TICs vêm proporcionando.

O curso técnico de Design de Móveis está composto por quatro módulos, num total de 1000 horas, mais o estágio curricular de 200 horas. Os dois primeiros módulos, com 250 horas cada, procuram construir competências e habilidades fundamentais inerentes à área de Design, portanto, com ênfase a disciplinas como Desenho Geométrico, Desenho Técnico e Geometria Descritiva, que fazem parte do quadro teórico e prático no desenvolvimento das Técnicas de Representação Gráfica. O terceiro módulo, Desenhista em CAD, e o quarto, com 250 horas cada, articulam-se de forma seqüencial, uma vez que a rede conceitual, construída nos módulos anteriores, amplia-se e qualifica-se de acordo com as problematizações desenvolvidas em todo o processo de projeto (Plano do Curso Técnico em Design de Móveis, 2001).

4.2 Sujeitos de Análise

Os sujeitos analisados, na faixa etária entre 15 e 19 anos, alunos regulares do curso técnico de Design de Móveis do CEFET/RS, foram selecionados voluntariamente, após prévio contato para explicar, em linhas gerais, o objetivo da pesquisa desenvolvida. Os alunos selecionados preencheram os seguintes requisitos: a) quatro sujeitos que estavam por começar o curso, matriculados no primeiro módulo (M1), identificados de agora em diante por ALE/M1, GIC/M1, MAT/M1 e SUE/M1, os quais declararam que, até então, nunca estudaram as Técnicas de Representação Gráfica durante o ensino fundamental ou médio; b) três sujeitos,

IVA/M2, PAT/M2 e WES/M2, matriculados no segundo módulo (M2), que já estavam desenvolvendo as Técnicas de Representação Gráfica, principalmente dentro das disciplinas de Desenho Geométrico, Geometria Descritiva e Desenho Técnico, estudadas durante o primeiro módulo; e c) quatro sujeitos matriculados no quarto e último módulo (M4), CAR/M4, JUL/M4, MAR/M4 e REN/M4, que além de terem desenvolvido o estudo das Técnicas de Representação Gráfica, também utilizavam a ferramenta CAD para modelagem geométrica bi e tridimensional.

4.3 Implementação da Investigação: Materiais e Procedimentos

A investigação parte da análise dos desenhos realizados pelos sujeitos entrevistados, na intenção de representarem as transformações sugeridas sobre a imagem que construíram de um objeto tridimensional. Portanto, para implementá-la, foram utilizados dois objetos: um deles, os sujeitos identificaram como sendo uma mesa, portanto foi denominado de Objeto *mesa*, e o outro foi o Objeto *casa*, denominado também em função de sua forma (Fig. 4.1).



Figura 4.1 – Imagem obtida por fotografia digital do Objeto *mesa* (a esquerda) e do Objeto *casa* (a direita).

O Objeto *mesa* se trata da maquete de uma mesa retangular simples. A opção de utilizar este objeto está em função de que, além de representar um objeto do cotidiano dos entrevistados, sua forma retilínea pode facilitar a execução dos desenhos. O Objeto *casa* é mais abstrato. Ele possui formas mais complexas, como furo circular, planos inclinados e concordâncias, que acabam exigindo um maior esforço em representá-lo.

O procedimento adotado para a coleta e análise dos dados foi o mesmo que Piaget desenvolveu e aplicou em suas investigações: o Método Clínico. A essência da entrevista clínica consiste na intervenção sistemática do experimentador em relação às respostas do sujeito, com a finalidade de descobrir os caminhos que segue seu pensamento, dos quais muitas vezes, nem o próprio tem consciência: “*coloca-se o sujeito numa situação problemática que ele tem de resolver ou explicar, e observa-se o que acontece*” (Delval, 2002, p. 68). Com isso, busca-se entender a coerência interna do sujeito, o que ele tem de universal, sendo encarado como um sujeito epistêmico, que produz conhecimento e não se detendo, ou dando muita importância, no que tem de peculiar (Castorina et al, 1988; Delval, 2002; Piaget, 1926). Portanto, o interesse recai sobre os aspectos cognitivos utilizados por esses sujeitos pesquisados, e não sobre seus resultados.

“Dessa forma, o exame clínico participa da experiência, no sentido de que o clínico coloca problemas, realiza hipóteses, faz variar condições em jogo, e enfim controla cada uma de suas hipóteses no contato com as reações provocadas pela conversa. O exame clínico também inclui a observação direta, no sentido de que o bom clínico, ao dirigir, se deixa dirigir, e ao levar em conta todo o contexto mental, ao invés de se tornar vítima de “erros sistemáticos” como é freqüente no caso do experimentador puro.” (Piaget, 1926)

Para fins de análise, cada entrevista foi gravada e posteriormente transcrita em Protocolo de Entrevista (PE) correspondente (Anexo 4). Elas seguiram prévio roteiro (Anexo 3) por terem características de entrevista semi-estruturada, contendo perguntas comuns a todos os sujeitos, porém foram ampliadas e complementadas de acordo com as respostas dadas no intuito de melhor interpretar o que querendo expressarem.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Considera-se este tipo de investigação como sendo um estudo psicogenético, pois “*consiste em estudar a gênese ou desenvolvimento das noções no sujeito durante a ontogênese*” (Delval, 2002, p. 169). Desta forma, a estratégia de análise partiu da idéia de que qualquer forma de representação do espaço, e conseqüentemente dos objetos nele contido, necessita do apoio de uma estrutura infralógica que se desenvolve desde o nascimento, podendo até atingir um grau de formalização, e assim garantir a compreensão da axiomática geométrica envolvida nas representações do Desenho Técnico.

O objetivo desta análise foi verificar a natureza e o papel das relações espaciais utilizadas nas representações gráficas dos alunos do curso de Design de Móveis do CEFET/RS, tanto das obtidas por desenhos feitos manualmente quanto as geradas por meio de modelos geométricos tridimensionais. O primeiro passo foi verificar a presença das relações espaciais utilizadas pelos alunos do curso técnico de Design de Móveis ao construírem a imagem mental de um objeto para poderem identificá-lo e descrevê-lo. Para esta tarefa foram utilizadas representações gráficas, em perspectiva cônica, do Objeto *mesa* (Fig. 5.1) e também do Objeto *casa* (Fig. 5.2). Optou-se por utilizar estas ilustrações por serem provavelmente mais habituais aos sujeitos, neste caso, são as que mais se assemelham a uma imagem fotográfica (Fig. 4.1).

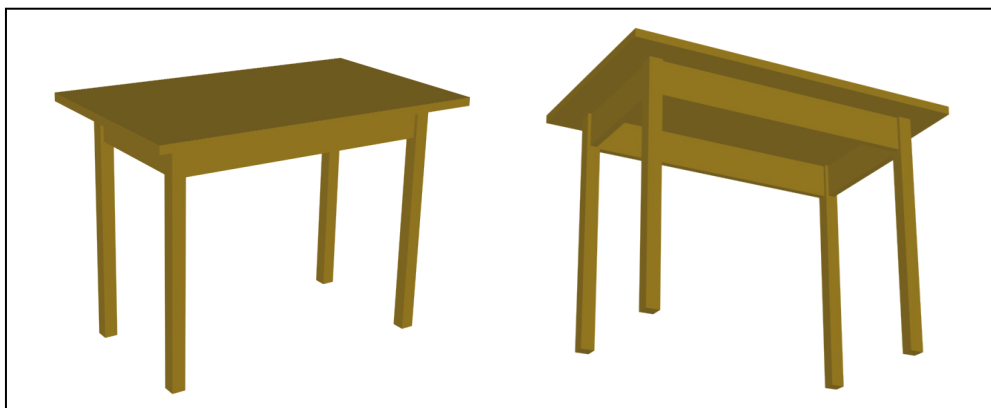


Figura 5.1 – Representações das perspectivas cônicas do Objeto *mesa* geradas no programa Autocad.

Fonte: Produção própria.

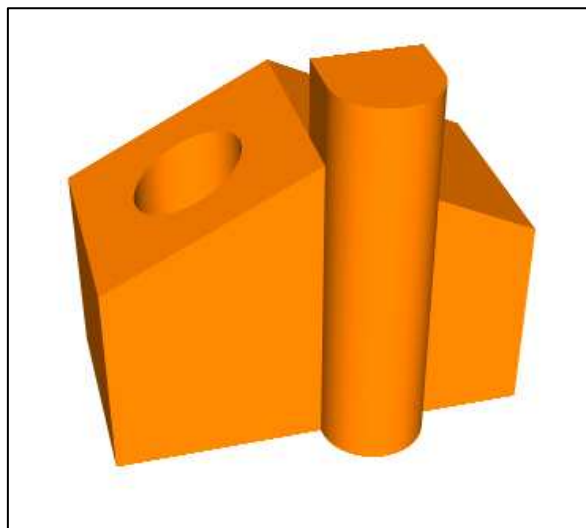


Figura 5.2 – Representação da perspectiva cônica do Objeto *casa* gerada no programa Autocad.

Fonte: Produção própria.

A partir da presença destas relações, buscou-se analisar como os sujeitos entrevistados, que estavam em momentos diferentes de aprendizagem, as utilizariam para operarem transformações sobre a imagem mental construída dos objetos, e as conseqüências disto em seus desenhos. Coube então analisar o nível de desenvolvimento destas relações, em diferentes situações de representação gráfica: a) ao anteciparem imageticamente as transformações sugeridas sobre eles, que estão representados nas figuras 5.1 e 5.2, em perspectiva obtida por projeção cônica; b) ao reproduzirem no papel as transformações constatadas, a partir do apoio concreto destes objetos, ou seja, visualizando o objeto real; c) ao criarem o modelo geométrico tridimensional do Objeto *mesa*, utilizando para isso o software Autocad. Acredita-se

que, pelo fato das Vistas Ortográficas serem obtidas por métodos diferentes no que se referem aos desenhos manuais e digitais, elas possibilitam a análise de como as relações projetivas e as euclidianas podem garantir sua representação.

5.1 Presença das Relações Espaciais

Foram apresentadas, no início de todas as entrevistas, duas figuras (Figs. 5.1 e 5.2), uma de cada vez, e solicitado aos sujeitos que identificassem, e logo após explicassem em linhas gerais, os objetos ali representados. Foram observadas as condutas dos entrevistados ao descreverem estes objetos e as partes que os compunham, os quais acabaram relacionando o objeto da figura 5.1 a uma mesa e o da figura 5.2 a uma forma de casa:

ALE/M1 após ter reconhecido a representação da mesa: “Que mais identificas nesta mesa? – *Os marcos, embaixo, que dão sustentação à mesa, à parte superior aqui.* – Que forma tem esta parte superior? – *Retangular.*”

WES/M2 “Sabes que objeto é este? – *Uma mesa.* – O que te faz lembrar uma mesa? – *Por causa dos pés... e a mesa aqui está em perspectiva...* – Que mais? – *O tampo e a armação dela* (referindo-se à disposição das suas partes). – Que forma tem o tampo desta mesa? – *Retangular.*”

MAR/M4 “Que objeto é este? – *Uma mesa.* – Podes descrever como é esta mesa? – *É retangular, tem quatro pernas, tem um tampo maior que a parte de baixo, da base... é alta...*”

MAT/M1 “Já o viste antes (objeto da Figura 5.2)? – *Não.* – Por que ele parece uma casa? – *Pelo formato dele, pelo telhado* (aponta para os planos inclinados), *parede, isso aqui: uma decoração* (aponta para a torre). – Esta parte aqui, o que pode ser? – *... um buraco?*”

IVA/M2 “Podes descrevê-lo? – *Tem um vazado aqui* (aponta para o furo), *tem esta saliência aqui* (aponta para a torre), *tem duas rampas... aqui tem uma inclinação também* (pergunta, apontando para a face vertical lateral do objeto)? ... *não...* – Que tu achas (sobre a última inclinação da face lateral vertical mencionada)? – *... acho que não...*”

REN/M4 “Podes descrever o que estás enxergando? – *... estranho! Forma de triângulo... acho que seria um retângulo cortado ao meio... tem um tubo* (torre) *encaixado... e uma circunferência vazada* (furo)... *mais parece uma casinha.* – Já o viste alguma vez? – *Não, nunca tinha visto.*”

Em relação ao Objeto da figura 5.1, verificou-se que todos o reconheceram como sendo uma mesa, com tampo em forma retangular, possuindo travessas sob este e quatro pernas. Situação semelhante também foi verificada em relação ao Objeto casa que, ao contrário do anterior, afirmaram nunca tê-lo visto. Grande parte relacionou a forma do objeto da figura 5.2 a de uma casa, justificando que os planos inclinados na sua parte superior se assemelhavam a um telhado, e que a torre

lembrava uma chaminé. Além de identificarem estes elementos, eles conseguiram imaginá-los dispostos espacialmente, entre si. Portanto, realizaram com êxito as tarefas propostas, independentemente do módulo que se encontravam. A diferença percebida foi na forma como expressavam suas descrições: enquanto os alunos dos módulos M2 e M4 utilizaram um vocabulário mais apropriado para explicarem verbalmente estes objetos, os do M1, que recém estavam entrando no curso, tiveram que gesticular mais para complementarem suas explicações, sendo este inclusive fato constante durante suas entrevistas.

Durante a realização destas tarefas propostas, foi observado perante suas condutas, que eles utilizaram relações como de vizinhança, separação e envolvimento. As relações de vizinhança, por exemplo, foram necessárias para que pudessem identificar as partes da mesa representada na figura 5.1, ou da casa, na figura 5.2, utilizando termos como: “*em cima*”, “*embaixo*”, “*parte superior*”, “*parte de baixo*”, “*do lado*”, juntando-as entre si para formar o objeto em sua totalidade, assim como as de separação, pois, ao identificarem estas partes, os sujeitos acabaram considerando-as distintas entre si. A presença das relações de envolvimento deu condições de perceberem a ordem destes elementos que estavam *entre*, como no caso do furo, “*no meio*” do plano inclinado. Estas relações fazem parte, segundo Piaget e Inhelder (1948), de uma estrutura espacial topológica, que dá condições dos sujeitos situarem as partes dos objetos por proximidade, umas em relação às outras.

Esta estrutura topológica, que auxilia na elaboração do espaço percebido, surge desde muito cedo, período em que o sujeito ainda encontra-se fortemente influenciado por sua atividade perceptiva, antes mesmo da construção do espaço representativo. É o desenvolvimento das relações topológicas, que durante o período representativo, darão conta da construção da constância de grandeza e forma dos objetos (Piaget e Inhelder, 1948), propiciada pela coordenação das relações projetivas e euclidianas em jogo, que situam uma figura em relação à outra. Esta constância foi observada nos extratos de diálogos a seguir:

SUE/M1 “Notas que esta forma aqui (tampo da mesa na Fig. 5.1) não corresponde ao retângulo que desenhaste. Por que achas que isto acontece? – *Pela forma de como o desenho está colocado, porque eu estou fazendo o retângulo de cima e este retângulo (Fig. 5.1) está*

meio... enviesado, meio de lado. – E se visses essa mesa de cima, o que enxergarias? – ... um retângulo.”

MAT/M1 após ter sido indagado sobre as diferentes representações do retângulo: “*Aqui está em 3D (Fig. 5.1)? – E para conseguires enxergar o tampo desta forma, de onde deves olhar a mesa? – De cima.”*

ALE/M1 “*Este aí (Fig. 5.1) está meio inclinado. É uma forma, acho que meio espacial. – Tem alguma posição em que possas enxergar o tampo nesta forma aqui (aponto o retângulo desenhado)? – ... de cima pra baixo?”*

Esta constância possibilitou aos sujeitos identificarem a forma do tampo da mesa, que seria a figura de um retângulo, desenhando-o assim que sugerido. Eles também mostraram ter consciência que, em relação à sua forma, sua representação mudaria de acordo com a posição que estaria sendo observado, pois tanto o retângulo desenhado por eles, obtido “*quando se vê o tampo da mesa de cima*”, quanto a forma “*enviesada*” da figura 5.1, resultante da observação do tampo em perspectiva, na verdade se tratavam da mesma forma real, concreta: o tampo da mesa. Esta diferenciação de pontos de vista, que significa imaginar-se colocado em uma posição que não seja a sua própria (Piaget e Inhelder, 1948), é possível devido o apoio das relações projetivas, pois elas garantem que os sujeitos possam se colocar numa posição de observação diferente da sua e assim antecipar a imagem que será obtida em razão desta mudança de ponto de vista. Quanto à constância da forma geométrica da superfície do tampo da mesa, ela é possível devido o apoio das relações euclidianas. Os sujeitos entendiam que estas representações do tampo, mesmo não sendo iguais, na verdade pertenciam a ele, e que suas dimensões e formas reais, concretas, não se alteravam.

Constatou-se, portanto neste primeiro momento, que os sujeitos de todos os níveis utilizaram relações espaciais para compreenderem e interpretar os objetos representados nas figuras, remontando-os pela imagem mental. Percebe-se também, indícios da coordenação destas relações que, para Piaget e Inhelder (1948), quanto mais desenvolvidas elas forem, ou seja, quanto mais operatórias, mais condições eles terão de representar logicamente as transformações aplicadas sobre o objeto, a ponto de não mais precisarem de apoio visual concreto.

5.2 *Coordenação das Relações Espaciais*

Em outro momento da entrevista, foi observado como os sujeitos, após identificarem e descreverem os objetos das figuras 5.1 e 5.2, representaram no papel as imagens resultantes, como se estivessem observando-os de um determinado ponto de vista. Assim, foi sugerido que imaginassem estes objetos vistos de frente, de cima e de lado e desenhassem aquilo que enxergariam. Na seqüência, foram apresentadas as maquetes físicas destes objetos, solicitando que as comparassem com seus desenhos e corrigissem aquilo que julgassem necessário. Estas tarefas deram condições de analisar como eles coordenaram as relações espaciais, a fim de anteciparem a imagem resultante da mudança de posição do observador, e de que maneira o desenvolvimento desta coordenação implicou em suas representações.

5.2.1 *Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M1*

Foi sugerido aos sujeitos do primeiro módulo – M1, que se imaginassem colocados bem de frente, ao lado e acima dos objetos representados nas figuras 5.1 e 5.2, e desenhassem o que seria visto.

ALE/M1 “... se ela estivesse bem de frente, na altura dos teus olhos, o que enxergarias desta mesa? – *A parte da frente* (aponta para a face frontal da mesa na Fig. 5.1) *e um pouco do tampo...* (ALE/M1 desenha o que seria sua vista frontal) *de frente seria difícil, mas eu veria assim!* – E vendo essa mesa bem de cima, que enxergarias? – *Só essa parte aqui* (aponta para a parte superior do tampo da mesa na Fig. 5.1 e desenha um retângulo). – Olhando a mesa de cima, não enxergamos os pés, mas saberias desenhar onde eles ficariam, abaixo desse tampo (indico o retângulo desenhado)? – ... *desenhando não!* – Imagina esse tampo transparente (Fig. 5.1), como os pés ficariam desenhados aqui (aponto para o retângulo desenhado)? – *Pode ser só dois? Não tem espaço na folha.* – Pode! – ... (depois de um bom tempo) *mas a gente veria só a base deles* (ALE/M1 desenha quatro quadrados nas extremidades do retângulo desenhado)! – Sabes desenhar como ficam esses reforços (indico as travessas na Fig. 5.1) em relação a esta vista? – *Sim* (ALE/M1 complementa sua vista superior).”

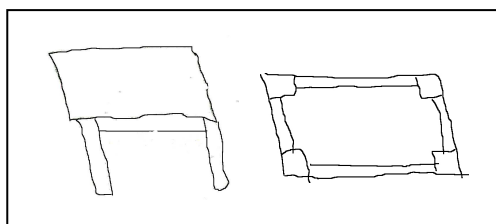


Figura 5.3 – Antecipações imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto *mesa*, desenhadas por ALE/M1.

SUE/M1 ao ser indagada se poderia desenhar a vista de frente do objeto da figura 5.1: “*Vou tentar... (começa a desenhá-la) não seria como estou imaginando ela... deixa eu te explicar... eu estou vendo as pernas dela, estou vendo a parte lateral (indica a travessa sob o tampo)... não vou conseguir desenhar como estou vendo ela... a parte da tampa estaria deitada (coloca a palma da mão na frente e perpendicular à folha), estaria vendo essa parte aqui (aponta para a parte superior do tampo da mesa) e as pernas mais ao fundo (faz um movimento com a mão como se indicando que as pernas estariam além do plano da folha). – Voltando à vista de cima, existem estas pernas aqui que ficam embaixo deste tampo. Saberias localizar onde elas ficam em relação a este tampo que desenhaste (indico o retângulo desenhado)? – Mais ou menos aqui... não muito na ponta (SUE/M1 desenha quatro quadrados onde os pés estariam localizados). – E estes reforços (travessas sob o tampo), sabes como ficariam? – Na mesma direção das pernas, como estou vendo ali (Fig. 5.1)... (SUE/M1 complementa sua vista superior)”*

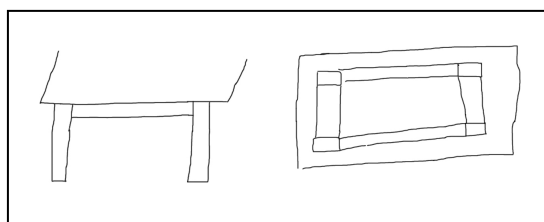


Figura 5.4 – Antecipações imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto *mesa*, desenhadas por SUE/M1.

Estes sujeitos informaram nunca terem estudado o desenho geométrico no ensino fundamental ou médio. Portanto, ainda não tinham conhecimento teórico suficiente para conceituar e representar devidamente uma Vista Ortográfica como resultante de uma projeção cilíndrica ortogonal. Muito menos deviam conhecer sobre as conseqüências deste tipo de projeção sobre a sua representação, mas mesmo assim, para aproximar seu desenho de uma Vista Ortográfica, foi sugerido que se imaginassem bem de frente a estes objetos e de forma que pudessem visualizar sua face frontal, depois a lateral e por fim a superior. Durante a execução destes desenhos, e observando as explicações dadas, observou-se que surgiram condutas semelhantes e que merecem ser destacadas. Dentre elas, a mais evidente, já que

ocorreu nos desenhos de todos os sujeitos deste nível, foi a presença de certos rebatimentos de algumas partes do objeto. Nas vistas de frente, por exemplo (Figs. 5.3 e 5.4), eles representaram dois pés de forma coerente ao que seria na vista ortográfica frontal (Anexo 1): “*os da frente*”, como eles mesmos destacaram, mas logo acima, ao invés de representarem a espessura do tampo, acabaram desenhando sua face superior, a mesma face que seria vista “*de cima*”, conforme eles mesmos afirmaram.

Fica claro que eles entendiam que o tampo da mesa pertencia a um plano horizontal. Isto foi observado na conduta de ALE/M1, ao espalmar a mão na horizontal em frente aos olhos para demonstrar a posição do tampo visto de frente, porém ela, assim como os demais, considerava difícil representar isto no papel. Insistiam que a profundidade, neste caso a largura do tampo, deveria de alguma forma aparecer no desenho. Isto acabou obrigando-os a desenharem a face superior do tampo como se estivesse rebatida, representando assim sua forma retangular. Eles também expressaram que seus desenhos não estavam coerentes ao que estavam imaginando. Em compensação, quando inquiridos sobre a forma do tampo visto de cima, mesmo que com certa hesitação, todos acabaram antecipando que esta vista teria a forma de um retângulo, e a espessura acabou sendo devidamente suprimida no desenho.

Ainda em relação aos desenhos da vista de cima, constatou-se que não houve, por parte de nenhum sujeito deste nível, a preocupação de representar as arestas existentes abaixo do tampo, que só foram desenhadas depois de sugerido que demonstrassem a posição que estes elementos ocupariam em relação ao retângulo desenhado. Todos os sujeitos executaram esta solicitação desenhando os pés e travessas de forma coerente à vista superior, porém esta tarefa não foi realizada prontamente. Eles ficaram algum tempo observando a figura antes de complementarem os desenhos, demonstrando uma conduta contemplativa sobre como e onde estes elementos ficariam dispostos em relação ao tampo e a forma de representá-los no papel. Alguns tiveram mais dificuldade em antecipar estas transformações: ALE/M1, por exemplo, teve a intenção, num primeiro instante, de representar a vista frontal dos pés junto à vista superior da mesa, promovendo um rebatimento semelhante ao do tampo na vista frontal: “*Pode ser só dois? Não tem*

espaço na folha... (depois de algum tempo observando a figura ela constata com surpresa) mas a gente só enxergaria a base deles (expressa com ar de surpresa)!”.

A conduta de representarem tudo o que viam da mesa também foi confirmada nos desenhos das vistas do Objeto casa. Este foi considerado mais difícil de ser representado por possuir rampas e outros elementos que colaboram para sua representação mais complexa, tais como a superfície arredondada da torre e o furo circular com uma das extremidades acabando em um dos planos inclinados.

ALE/M1 “Desenha o que tu achas que enxergas, olhando esse objeto bem de frente. Colocando-o bem na frente dos teus olhos, o que enxergarias? – ... *seria essa parte aqui* (indica a face frontal do objeto na Fig. 5.2 e desenha sua vista de frente)... – E se estiveres do lado dele? – (ALE/M1 desenha sua vista lateral)... – Podes dizer o que está representado? Que seria essa parte (aponto para o retângulo, na vista lateral, desenhado na base)? – *Seria a parte que dá sustentação à casa...* – E essa (aponto para o retângulo do meio)? – *Essa parte aqui* (aponta para o plano inclinado que contém o furo). – Esse aqui (retângulo menor situado no topo da vista lateral)? – *É esse pedacinho aqui* (aponta para a face lateral plana da torre, acima dos planos inclinados). – E estando em cima deste objeto, o que enxergarias? – (ALE/M1 começa a desenhá-la sua vista superior)... *só essa parte de cima que eu não identifico muito bem para desenhá-la* (referindo-se ao topo da torre)... *não seria bem assim, mas não sei como desenhá-la aqui*. – Consegues identificar que não é bem assim, mas não sabes representar? – *É.*”

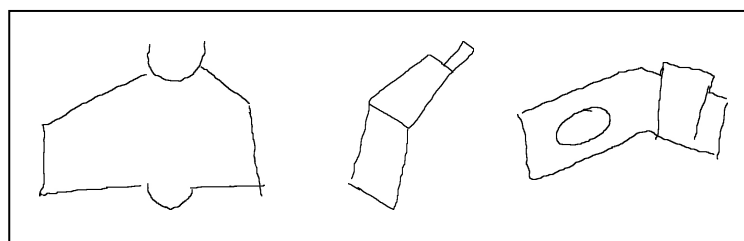


Figura 5.5 – Antecipações imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto *casa* feitas por ALE/M1.

MAT/M1 “... e assim como desenhaste as vistas de frente, de lado e de cima da mesa, podes desenhá-las as vistas deste objeto (indico a Fig. 5.2)? – *Posso tentar...* (desenha o que seria a vista superior). – E de frente, como ele ficaria? – ... (MAT/M1 desenha o que seria a vista frontal). – E de lado? – ... (desenha apenas um quadrado). – Seria isso (indico o quadrado desenhado)? – *Sim.*”

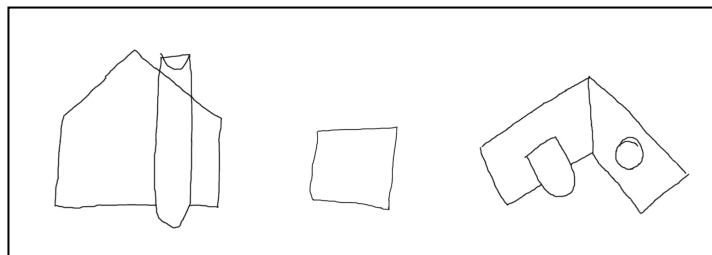


Figura 5.6 – Antecipações imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto *casa*, feitas por MAT/M1.

O Objeto *casa*, devido a essa sua complexidade, gera representações interessantes de serem analisadas sob o ponto de vista da coordenação das operações espaciais. Quanto à vista de frente, foi observado que todos representaram devidamente a face frontal do “*corpo da casa*”, que estava paralela ao plano de projeção, portanto representado em verdadeira grandeza¹⁴, porém, com exceção de uma aluna (GIC/M1), arredondaram, no desenho, o topo e a base da torre (Figs. 5.5 e 5.6), como se estas faces, que são perpendiculares ao plano de projeção, estivessem rebatidas. O furo existente no objeto não foi representado por nenhum dos sujeitos, nem sequer mencionado. Da vista de lado, a única parte devidamente representada por quase todos foi a face vertical lateral do “*corpo da casa*”. Mais uma vez, observa-se que apenas a face paralela ao plano de projeção foi devidamente representada. O único sujeito que representou o plano inclinado e a torre na vista lateral foi ALE/M1 (Fig. 5.5), e mesmo assim, observa-se sua tentativa de representar a profundidade destes elementos. Já na vista superior, a representação dos planos inclinados ficou igualmente inclinada. Quanto à torre, alguns desenharam sua face superior corretamente e em outros desenhos, vê-se a tendência de representação de sua altura, aparecendo novamente a influência desta altura percebida da torre, conforme ilustram as representações de ALE/M1 (Fig. 5.5) e SUE/M1 (Anexo 4). Quanto ao furo, ora sua forma aparece corretamente representada por uma circunferência (Fig. 5.6), ora por uma elipse (Fig. 5.5) como se o plano inclinado a qual ela pertence estivesse rebatida, que neste caso estaria sendo representado em VG.

Em resumo, observou-se que os sujeitos tiveram êxito principalmente nas representações das faces planas paralelas aos planos de projeção, ou seja, aquelas

¹⁴ Verdadeira Grandeza é um termo da Geometria Descritiva que neste caso é a representação da face em questão que, por coincidir com a face real possui a mesma forma e dimensões desta.

representadas em VG, a exemplo do tampo, que visto de cima resulta na figura de um retângulo, ou da face frontal do Objeto casa devidamente representada na vista de frente. Porém, houve a tendência das faces planas perpendiculares aos planos de projeção, serem representadas como se estivessem rebatidas. Isto ocorreu também com outros elementos, tais como os planos inclinados e o furo circular do Objeto casa.

Após a realização dos desenhos, foram mostradas as maquetes dos objetos e sugerido que eles os comparassem com os desenhos feitos:

ALE/M1 “Observa este objeto e vê se é isso mesmo que tu enxergas, ou se mudarias alguma coisa no teu desenho. – ... *os pés não ficam bem na ponta* (referindo-se à borda da mesa, na primeira vista frontal desenhada, conforme a figura 5.1). – *Desenha de novo? – De frente, na realidade, não teria essa parte de cima* (observando a maquete, ALE/M1 constata que a parte superior do tampo da mesa não seria visto na vista frontal). – *Aqui representaste a parte de cima (vista de frente da figura 5.1)? – É, não seria exatamente... pela forma do desenho, teria que ser só essa espessura* (referindo-se à espessura do tampo). – *E olhando de cima, o que tu vêes? – ... (ALE/M1 começa a desenhar a vista superior) só esse lado aqui que estou meio em dúvida* (indicando as travessas, depois de ficar um bom tempo analisando a maquete por cima)... *não tenho idéia como eu veria a largura dele* (referindo-se à altura das travessas), *só veria a espessura... não sei onde posicionar a espessura* (continua analisando a maquete por cima, inclinando levemente para ver as travessas)... – *Facilita olhando assim (viro a maquete de modo que ALE/M1 possa enxergar a parte inferior da mesa)? – Ah, sim* (esboça concordância e conclui sua segunda vista superior).”

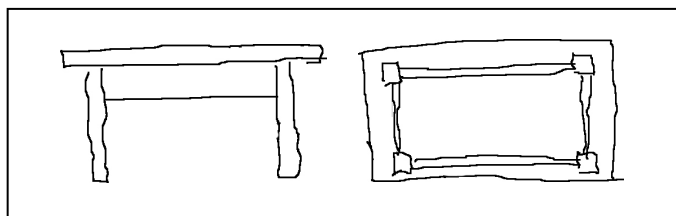


Figura 5.7 – Reproduções imagéticas das vistas de frente e de cima da mesa, feitas por ALE/M1.

SUE/M1 “Pega a mesa (maquete) e coloca-a bem em frente aos teus olhos e vê se o que desenhaste é o que enxergas. – (coloca a maquete em frente aos olhos e observa)... *foi mais ou menos isso, só que eu não consegui desenhar essa parte mais afastada* (indica as pernas de mesa). – *E assim, olhando tu achas que consegues desenhar agora? – Eu acho que sim...* (SUE/M1 observa a maquete por bom tempo) *só a parte da frente, tu diz?* – *Desenha o que enxergas. – Assim mesmo estou enxergando as duas pernas.* – *As duas pernas de trás? – Sim.* – *E se tu olhares bem na frente dessas duas pernas (indico uma da frente e a que está atrás desta), como tu achas que elas ficariam? – Assim, bem de frente estou vendo uma atrás da outra... o meu desenho de frente seria isso aqui.* – *Aqui foi teu desenho visto de cima (vista superior desenhada)... Agora podes olhar aqui (maquete) e ver se corresponde ou se mudarias alguma coisa? – Posso virá-lo* (intuito de virar a maquete para ver como ficariam os elementos sob o tampo)? – *Pode olhá-lo como quiseres. – ... (SUE/M1 observa os pés e as travessas sob o tampo e refaz sua vista superior, corrigindo a espessura destes últimos).”*

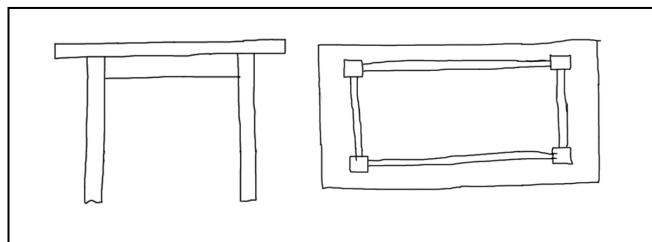


Figura 5.8 – Reproduções imagéticas das vistas de frente e de cima do Objeto *mesa*, executadas por SUE/M1.

Ao observarem as maquetes nas posições sugeridas: de frente, de cima e de lado, os sujeitos puderam comparar o que enxergavam com os desenhos que fizeram destas vistas. No caso da vista frontal da mesa, perceberam que o desenho feito não correspondia ao que enxergavam e deveriam ter representado a espessura do tampo ao invés de sua superfície. ALE/M1, por exemplo, olhando a maquete da mesa constatou que: *“de frente, na realidade, não teria essa parte de cima”* (Fig. 5.3). E ficou em dúvida, quanto à representação da altura das travessas na vista superior, enquanto observava a maquete de cima: *“não tenho idéia como eu veria a largura dele (referindo-se a esta altura), só veria a espessura... não sei onde posicionar a espessura”*, mas quando gira-se a mesa de modo que ela a veja por baixo, ela esboça surpresa com o que vê e prontamente conclui seu desenho (Fig. 5.7).

MAT/M1 e SUE/M1 chegaram a constatar que também veriam os pés de trás da mesa, ao observarem o objeto de frente – o que realmente acontece devido aos efeitos perspectivados da visão. MAT/M1 chegou a desenhar um terceiro pé (Anexo 4). Isto esboça a tentativa destes sujeitos projetarem sobre o papel, aquilo que eles estavam de fato enxergando, ao invés de algo semelhante a uma *Vista Ortográfica*, que é resultante da projeção paralela do objeto sobre um plano. Este tipo de projeção é possível de ser obtida, desde que amparada por conhecimentos teóricos de Desenho Geométrico e Geometria Descritiva, e que na prática isto aproxima-se ao olhar o objeto, estando o observador posicionado de frente, de cima e de lado, eliminando-se os efeitos visuais de perspectiva e profundidade. O objetivo aqui é compreender de que forma eles conseguem operar as transformações sobre o objeto e ainda garantir suas representações. As relações projetivas estão presentes, e isto fica claro, pois quando questionados sobre o que enxergariam se olhassem com apenas um olho, um pé atrás do outro, eles anteciparam que o de trás logicamente não seria visto.

Com o apoio do objeto concreto, suas representações começaram a ter êxito também em relação às superfícies planas perpendiculares ao plano de projeção, ou seja, ao observarem a maquete da mesa, os rebatimentos das faces em suas representações passaram a ser devidamente suprimidos.

ALE/M1 “Aqui fizeste tua vista de frente, agora eu quero que olhes este objeto (maquete física) e vê se é isso mesmo que enxergas ou se mudarias. – (ALE/M1 analisa a maquete)... *é, acho que teria que mudar...* (ela desenha sua segunda vista frontal)... *não é bem isso, mas...* – O que não é bem isso? – *Essa parte* (aponta para a representação feita da torre (Fig. 5.5))... *como botar ela assim por fora* (aponta para a maquete)... *é, sem noção!* – Mas tu achas que não seja assim, é isso? – *É, eu acho que não é!* – E não consegues desenhar como é? – *Não!* – E visto de lado, mudarias? – (risos)... (ALE/M1 desenha sua segunda vista lateral)... *essa parte no meio* (torre) *é que continua...* *não é bem assim* (risos)! – Tu achas que não é assim, mas não sabes como ficaria? – *Não.* – E olhando ele de cima? – (ALE/M1 desenha a segunda vista superior)... *essa parte... mais ou menos assim* (referindo-se novamente à torre).”

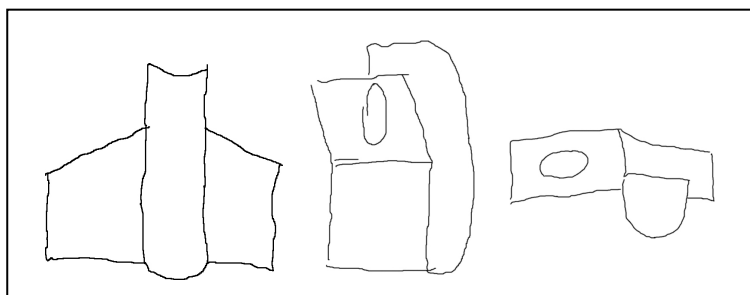


Figura 5.9 – Reproduções imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto *casa* feitas por ALE/M1.

MAT/M1 “Este objeto (Objeto casa), com relação aos desenhos que fizeste, arrumaria alguma coisa? – (observa o objeto de cima)... *este aqui está completamente torto* (referindo-se ao desenho da vista superior)! – Então desenha de novo. – (começa a desenhar)... *mas não é bem assim... fica estranho.* – O que achaste estranho? – *Aqui ele desce* (indica o plano inclinado na maquete) *e para desenhar eu não sei como se faz.* – Aqui desenhaste inclinado (primeira vista superior desenhada) e aqui não (segunda vista). – *Sim.* – Mas qual tu achas que está certo? – *O primeiro.* – Este que mostra a inclinação? – *Sim.* – Por quê? – *Eu acho! Não sei.* – E olhando este objeto de frente, tu achas que esta vista (vista frontal desenhada) corresponde ao que enxergas agora? – (MAT/M1 observa a maquete e começa a desenhá-la)... *visto daqui, isto eu não enxergaria* (referindo-se ao semi-círculo desenhado na base da primeira vista de frente)... – E a outra vista, (de lado) que tu achas? – (MAT/M1 observa o objeto e desenha a segunda vista lateral).”

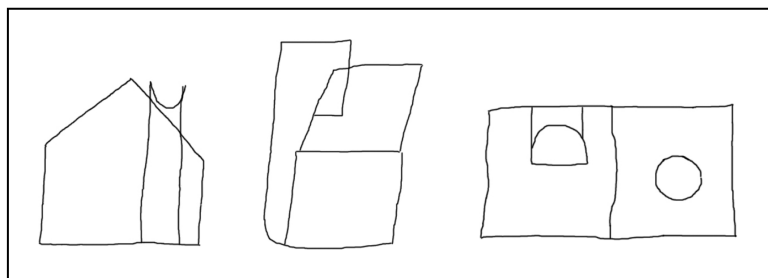


Figura 5.10 – Reproduções Imagéticas das vistas de frente, de lado e de cima do Objeto *casa* feitas por MAT/M1.

Embora tenham apresentado progresso, com o apoio do material concreto, na representação das superfícies planas paralelas e perpendiculares aos planos de projeção, verifica-se que o mesmo ainda não acontece em relação às superfícies planas inclinadas e arredondadas. Na vista de frente, com exceção de GIC/M1, eles acabaram considerando a superfície arredondada da torre, e assim reproduziram o desenho da base e/ou topo também arredondados. Isto também ocorreu na vista de lado. Eles alegaram não saber “*como botar (a torre) assim por fora*” (ALE/M1), ou seja, percebiam, olhando o objeto de frente, que a torre era arredondada, mas não sabiam como representá-la. Os planos inclinados que aparecem representados nas vistas de lado e de cima, continuam sendo representados inclinados. A evolução aqui fica por conta da suavização destes arredondamentos e inclinações.

5.2.2 Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M2

Foi pedido aos sujeitos deste módulo, que desenhasssem as vistas ortográficas da mesa, objeto representado em perspectiva na figura 5.1:

IVA/M2 “Sabes o que é uma vista ortográfica? – *Sim, sei...* – O que podes explicar sobre vista ortográfica? – *Seria representar o objeto de frente... vista frontal, vista lateral e vista superior.* – Desenha? (IVA/M2 desenha as vistas ortográficas do Objeto mesa)... – Podes explicar o que desenhaste e o que imaginaste para fazeres estes desenhos? – *Como eu enxergo, tenho que representar como eu enxergo...* – E neste caso da vista superior, desenhaste um retângulo. – *Sim.* – E abaixo deste retângulo tem alguns elementos, concordas comigo? – *Sim...* – E o que teria neste caso? – (IVA/M2 complementa sua vista superior, explicando que nunca fez vista superior de uma mesa e por isso tem dificuldade para enxergar isso)... – O que está representando esse tracejado? – *Essas travessas aqui* (aponta para as travessas sob o tampo na figura 5.1)?”

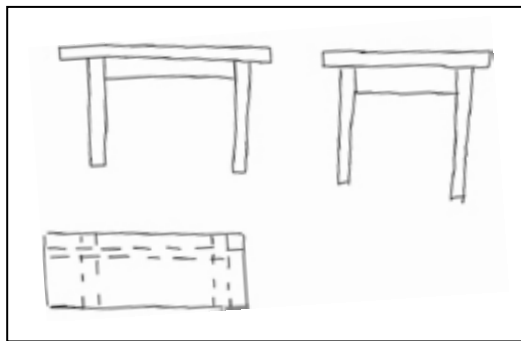


Figura 5.11 – Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto *mesa* feitas por IVAM2.

PAT/M2 “Desenha as vistas ortográficas desta mesa? – (desenha as vistas frontal e lateral)... bom, agora o tracejado (após desenhar o retângulo da vista superior)... o tracejado é algo... sei lá! Assim? – Desenhaste como achas que é! – Tem as pernas... é isso aí mesmo (complementa a vista superior)! É, porque as perninhas não tem como fazer, eu acho... ah, eu não sei fazer!”

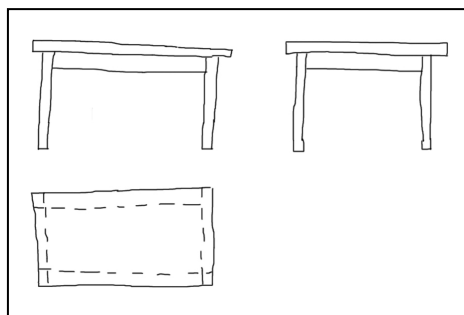


Figura 5.12 – Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto *mesa* feitas por PAT/M2.

Estes sujeitos já passaram por processos formais de aprendizagem sobre a representação de Vistas Ortográficas, inclusive com fundamentações teóricas sobre a axiomática envolvida nesta forma de representação. Eles as desenharam respeitando a localização que ocupam após o rebatimento dos planos de projeção, e mantiveram as proporções entre elas, com o auxílio de linhas auxiliares (Figs. 5.11 e 5.12). Nestes sujeitos, a dificuldade referiu-se ainda à representação das arestas não visíveis, as quais não conseguiram representá-las devidamente. Porém, diferentemente dos sujeitos do M1, se mostraram mais cientes desta dificuldade.

A seguir, verificou-se as condutas dos sujeitos entrevistados ao desenharem as Vistas Ortográficas do Objeto *casa*:

IVA/M2 “... desenha uma vista dele (objeto da figura 5.2), a frontal? – (IVA/M2 começa a desenhar a vista frontal)... *não sei se teria um recuo aqui* (aponta para a face frontal vertical, a direita da torre)... *se tem uma diferença...* – Olhando na vista frontal? – *É... parece que está inclinado* (desalinhado) *assim* (IVA/M2 percorre com o lápis toda a aresta frontal da base, mas não consegue perceber o alinhamento de ambas, entre as torres). – Está parecendo “inclinado” (no sentido de desalinhado) pra ti? – *É... aqui não bate! Teria uma diferença aqui.* – E em questão à base do desenho, a esta base aqui (aponto para a base do objeto representado na figura 5.2), se a gente for colocá-lo em cima da mesa, de toda essa parte do fundo, o que tu achas que encostaria na mesa? – *Toda ela?* – Toda ela o que? – *Isso aqui encostaria* (novamente percorre com o lápis a aresta frontal da base)... – E este aqui (aponto para a base da torre)? – *Também...* – Desenha as outras duas vistas? – (IVA/M2 desenha a vista lateral)... – E a superior, como ficaria? – (IVA/M2 desenha a vista superior)... *ficaria assim!*”

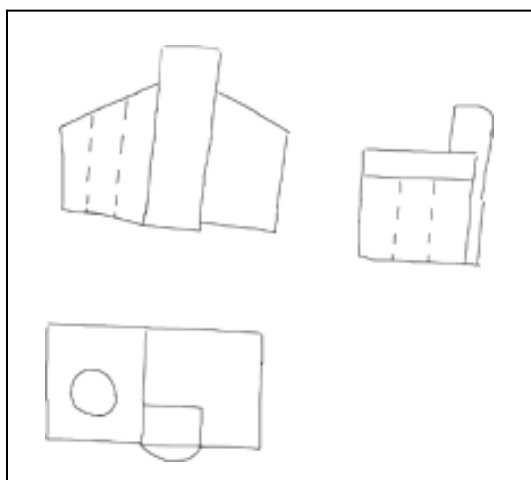


Figura 5.13 – Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto *casa* feitas por IVA/M2.

WES/M2 “Podes desenhar as vistas ortográficas deste objeto também (Fig. 5.2)? – (WES/M2 desenha as vistas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto *casa*)... – ... aqui no desenho (vista lateral desenhada) ele é menor que aqui (aponto para o plano inclinado na figura 5.2), é isto? – *É.* – Sabes dizer por que isto acontece? – *Ele só é visto aqui* (indica a altura do plano inclinado) *e ele sofre uma diminuição.* – Então as medidas aqui (vista lateral) não correspondem a estas aqui (Fig. 5.2), é isto? – (WES/M2 consente)... – E para corresponderem as medidas, para ser o desenho igual ao elemento, o que tem que acontecer? – *É como se fosse aqui* (aponta para a torre da vista lateral)... *puxa pra cá também* (indica que a altura da torre na vista lateral é a mesma e pode ser obtida a partir da vista frontal). – Esta torre (Fig. 5.2), a altura dela aqui (indico na vista lateral desenhada) seria a mesma que a medida real? – *Seria.* – Sabes dizer por que isto acontece? Por que esta parte (indico a torre na vista lateral) representamos no mesmo tamanho, e aqui diminuiu (indico a rampa na vista lateral)? – *Esta aqui está de frente* (indica a torre), *então o tamanho certo dela é visto...*”

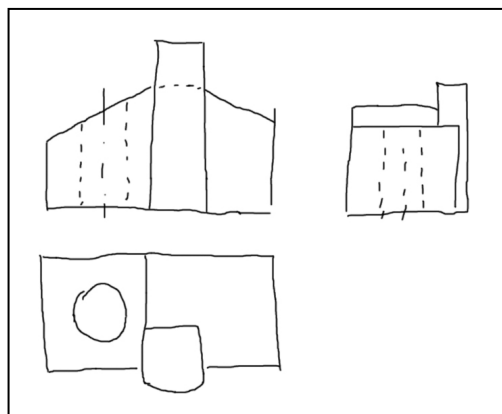


Figura 5.14 – Antecipações imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral esquerda e superior do Objeto *casa* feitas por WES/M2.

Quanto à vista frontal deste objeto, observou-se que ela foi devidamente representada, inclusive com a indicação das arestas não visíveis do furo através de linhas tracejadas¹⁵. A vista superior também já apareceu devidamente representada. Neste caso, tanto a face superior da torre, em VG, quanto os planos inclinados e o furo circular, foram devidamente projetados sobre o plano de projeção horizontal. Porém, na vista lateral, em relação ao furo, verificou-se que ele foi representado parcialmente, já que sua extremidade superior, neste caso representada por uma elipse (Anexo 2), não foi desenhada.

Após terem realizado o desenho das vistas ortográficas, foram apresentadas as maquetes físicas destes objetos, e então sugeriu-se que as observassem e corrigissem, se necessário, os desenhos das vistas ortográficas realizados anteriormente.

IVA/M2 “Com este objeto na mão e olhando as tuas vistas, tu achas que elas estão correspondendo ao objeto? – (IVA/M2 analisa o objeto em suas mãos)... a de cima não! – E o que está diferente? – Eu não representei isto aqui (tracejados) eu não soube representar. – E tu achas que conseguirias representar melhor agora, olhando o objeto? – Com certeza (IVA/M2 desenha a segunda vista superior olhando o objeto por baixo)... – E isto ficaria com linha contínua assim? – Não, fica tracejado!”

¹⁵ Nota-se que apenas WES/M2 (Fig. 5.14) conseguiu identificar e representar uma aresta não visível existente atrás da torre (Anexo 2).

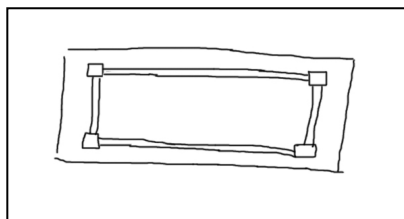


Figura 5.15 – Reprodução imagética da vista superior da mesa feita por IVA/M2.

PAT/M2 “Conheces este objeto? – *Conheço, foi a mesa que desenhei!* – Tu achas que estas vista correspondem a esta mesa? – (PAT/M2 observa o objeto)... *é, eu acho que sim!* – Olhando a vista frontal, desenhaste estas duas pernas. São estas duas aqui da frente (aponto para as pernas da mesa na figura 5.1 que ficam à frente da mesa, na vista frontal)? – *Sim.* – E as duas de trás? – *Não se enxerga!* – Por quê? – *Porque a da frente fica na frente dela (risos)...* – A vista lateral esquerda está correspondendo ao objeto? – *Está.* – E a vista superior? – *É um retângulo... mas aí os tracejados correspondentes aos “cortes” eu já não sei!* – O que tu achas? – (PAT/M2 observa o objeto por um bom tempo)... *os tracejados eu não consegui ver.* – Estes tracejados correspondem a que? – *Assim* (aponto para a travessa frontal na figura 5.1)... – E ela (travessa) vai do início ao fim (aponto para o retângulo desenhado na vista superior)? – *Não... daí não tem aqui* (aponto para o segmento que fica entre a linha tracejada da travessa lateral e a aresta da borda do tampo)... – *Desenha a vista superior de novo, olhando o objeto.* – *Mas eu não sei como fica* (PAT/M2 começa a observar cuidadosamente o objeto por baixo)... *tem dois de cada* (exclama)! – Por quê? – *Porque tem que representar este de fora* (aponto para a aresta externa da travessa frontal) *e não é inteiro, cheio* (expressando que a travessa possui certa espessura). *Tem mais uma repartição aqui* (aponto para a aresta interna), *aí tem que representar este e este.* – E os pés? – *Os pés não precisa, já está* (representado)... (fica em dúvida). – Mas como ficaria só um pé (aponto para um dos pés do objeto que está em sua mão) visto de cima? – *Só um quadradinho...* – E onde fica o quadradinho aí (aponto para a segunda vista superior desenhada)? – *Fica um em cada canto... aí eu ponho tracejado?...* (PAT/M2 coloca quatro quadrados tracejados)... *que estranho fica... nunca fiz isso!”*

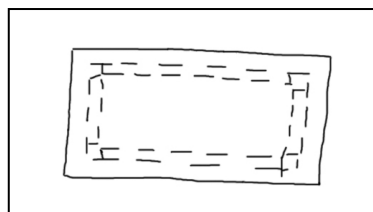


Figura 5.16 – Reprodução Imagética da vista superior do Objeto mesa feita por PAT/M2.

Prontamente, os sujeitos identificaram que deveriam arrumar a representação das arestas tracejadas e, segundo eles mesmos, na presença do objeto foi mais fácil arrumá-las. Para este propósito, todos observaram o objeto espontaneamente por baixo. A conduta de PAT/M2 chama a atenção, já que num primeiro instante ela se negou a representar estes elementos, mas ao observar melhor a maquete, vai

descobrimo como eles ficam posicionados nesta vista e se surpreende quando termina de representá-lo.

Em relação à comparação dos desenhos com a maquete do Objeto casa:

IVA/M2 “Vê se tuas vistas estão de acordo com aquilo que imaginaste? – ... – Aqui chegaste a fazer um dentinho (na base inferior da primeira vista desenhada). Fica assim ou fica reto? Que tu achas? – (IVA/M2 coloca o objeto bem em frente aos olhos)... *fica no mesmo plano.* – Então aqui como ficaria? – *Ficaria reto...* – E as outras vistas? – *A gente teria que representar esta voltinha* (aponta para o topo da torre)? – Em qual vista? – *Na lateral.* – Que tu achas? – ... – Quando enxergas este objeto pela lateral... – *Ele seria assim* (IVA/M2 aponta para o arredondado da parte superior da torre de sua primeira vista lateral desenhada)... *não? ... é que a gente tenta representar... sabe que tem uma volta e tenta representá-la* (justifica sobre o arredondamento da parte superior da torre, mesmo sabendo que não tem). – Enxergas esta volta? – *Não.* – Então como ficaria? – *Ficaria reto... e na vista lateral eu teria que representar este furo* (indica o furo do objeto). *Eu enxergaria este furo, não é?* – E como representarias este furo na vista lateral? – (IVA/M2 observa o objeto e começa a desenhar a vista lateral)... *agora não sei se ele teria... não sei, essa parte de cima* (aponta para o plano inclinado)... *essa parte de cima, olhando assim...* – Em relação a esta parte de cima... é um plano inclinado? – *Sim.* – ... o que faz um desenho ser representado em verdadeira grandeza? – ... – Por que este plano vertical (indico a face lateral vertical do objeto na figura 5.2) é representado no mesmo tamanho e este (indico o retângulo que representa a projeção do plano inclinado na vista lateral), inclinado, fica representado menor (conforme IVA/M2 já havia constatado)? – *Por que a gente enxerga ele menor!* – Para enxergar este plano no mesmo tamanho (verdadeira grandeza), em qual posição deves enxergá-lo? – *Na vista superior!* – Na superior (indico a projeção do plano inclinado na vista superior desenhada) fica do mesmo tamanho? – *Sim, fica do mesmo tamanho.*”

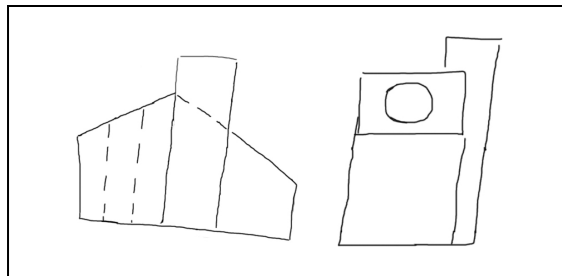


Figura 5.17 – Reproduções Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal e lateral do Objeto casa feitas por IVA/M2.

WES/M2 “... *só isso eu não soube fazer* (indica a representação do topo do furo na vista lateral e desenha uma elipse por cima). – Então fica uma elipse? – *Fica.* – E aqui fica uma circunferência (indico a representação do furo na vista superior)? – *Aqui é!*”

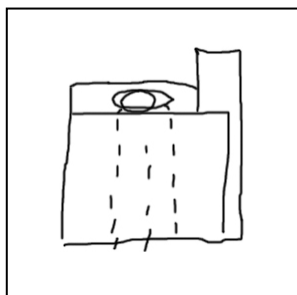


Figura 5.18 – Reprodução Imagética da Vista Ortográfica superior do Objeto *casa* realizada por WES/M2.

Observou-se nos sujeitos deste nível, que eles foram capazes de antecipar corretamente as faces planas visíveis, independentemente de sua posição em relação ao plano de projeção. A dificuldade, no caso das antecipações imagéticas, fica ainda por conta da representação das arestas não visíveis, como no caso da mesa, e das arredondadas, já que a parte superior do furo, que é uma elipse obtida pela interseção deste furo circular com o plano inclinado, ainda não foram sequer desenhadas. Quanto às arestas não visíveis, observou-se que eles apresentaram dificuldade em imaginá-las, ou seja, as operações espaciais em jogo ainda não deram conta da antecipação destas transformações. Isto também ocasionou a má representação do furo na vista lateral, mesmo tendo conseguido representá-lo corretamente na vista superior. Portanto, observou-se uma evolução no sentido de maior coerência nas representações dos objetos e isso também se reflete em suas explicações, ou seja, mesmo que não expressem conceitualmente que uma face é representada em VG quando está paralela ao plano de projeção, dão a entender que têm a consciência desta situação: WES/M2 quando afirma que a altura da torre é representada em VG, porque “*está de frente, então o tamanho certo dela é visto*” (WES/M2), ao contrário do plano inclinado que é representado pela altura dele, “*então sofre uma diminuição*” (WES/M2).

A evolução é sentida também nas imagens reprodutoras das transformações trabalhadas sobre os objetos. Observa-se que todos os elementos são agora devidamente reproduzidos em suas representações, ou existe um esforço para que fiquem muito próximos do real, mesmo aquelas partes, como no caso do furo na vista lateral, que antes eles não tinham nem noção de como representá-lo através de antecipações.

5.2.3 Representações Gráficas dos Sujeitos do Módulo M4

Foi também sugerido aos sujeitos do Módulo M4 que desenhassem as Vistas Ortográficas dos objetos apresentados nas figuras 5.1 e 5.2:

JUL/M4 “Podes desenhar as vistas ortográficas desta mesa? – (JUL/M4 desenha as vistas frontal, lateral esquerda e superior)... – Podes representar como ficam estes pés e as bases (travessas) aqui na vista superior? – *Ah, sim* (JUL/M4 complementa a vista superior com as arestas não visíveis!)”

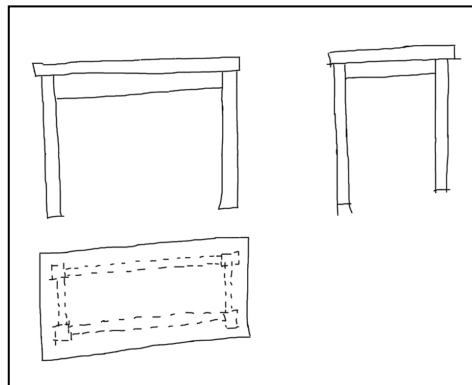


Figura 5.19 – Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto *mesa* feitas por JUL/M4.

REN/M4 “Podes desenhar as vistas frontal, lateral e superior desta mesa? – (REN/M4 desenha as vistas sugeridas)... – Aqui na vista frontal desenhaste dois pés, que correspondem a estes dois aqui (indico os pés que estão na frente da mesa). – *Isto*. – E os de trás, onde estão? – *Eles estão na mesma linha, por isso não aparecem*. – E na vista superior, como ficariam os pés? – *Ah, tracejado* (REN/M4 complementa a vista superior).”

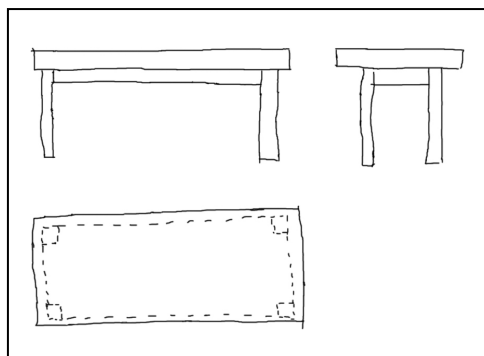


Figura 5.20 – Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto *mesa* feitas por REN/M4.

Observou-se que apenas JUL/M1 representou corretamente as arestas tracejadas na vista superior (Fig. 5.19) que, aliás, só foram representadas após serem inquiridos sobre tais representações. E em relação às arestas não visíveis existentes nas vistas frontal e lateral esquerda (Anexo 1), observa-se que nenhum sujeito as representaram.

Em relação aos desenhos do Objeto casa, a partir da sua representação na figura 5.2:

CAR/M4 “Podes desenhar as vistas deste objeto também (Fig. 5.2)? – (CAR/M4 desenha as vistas frontal, lateral esquerda e superior)... *acho que é isso!*”

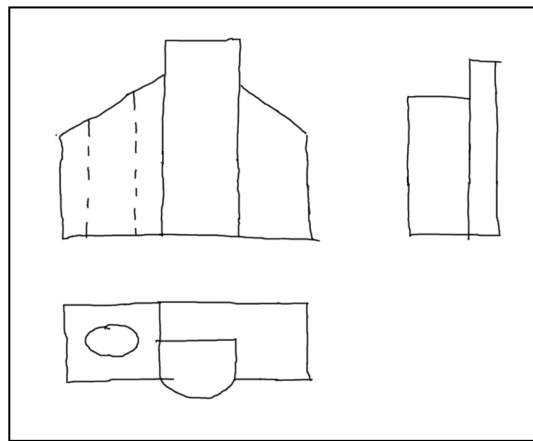


Figura 5.21 – Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto casa feitas por CAR/M4.

MAR/M4 “Desenha as vistas ortográficas dele? – (MAR/M4 observa a figura 5.2)... *eu não sei fazer redondo...* (desenha as vistas frontal, lateral e superior do objeto)... *não sei brincar com essas coisas de curva* (enquanto desenha a torre na vista lateral esquerda)... *não sei fazer curva aqui, não sei se enxergo em curva!* – A parte de cima da torre (vista lateral)? – *É... não consigo entender essas coisas de curva, não adianta!... mas não posso enxergar em curva* (fala em tom baixo e termina de desenhar)!”

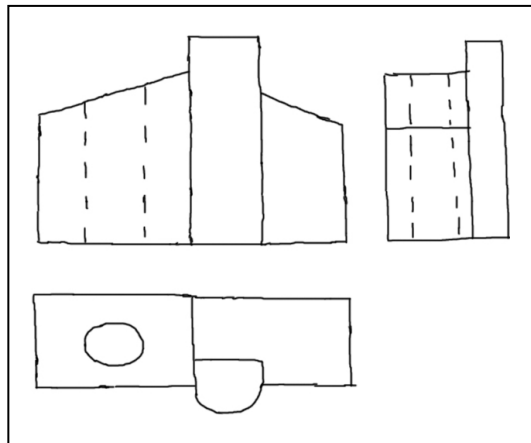


Figura 5.22 – Antecipações Imagéticas das Vistas Ortográficas frontal, lateral e superior do Objeto *casa* feitas por MAR/M4.

Quanto às antecipações resultantes das transformações sobre o Objeto *casa*, observou-se que houve uma discreta evolução, pois nestes sujeitos analisados os desenhos e condutas continuam muito próximos aos realizados pelos do módulo M2. Porém, suas condutas durante as reproduções imagéticas estavam mais voltadas para a verificação do resultado, como se vê a seguir:

REN/M4 “Pega esta mesa (maquete) e vê se a vista frontal está de acordo. – (REN/M4 observa a maquete)... *a vista frontal está correta!* – E a lateral esquerda? – *Sim.* – E a superior? – (REN/M4 refaz a vista superior)...”

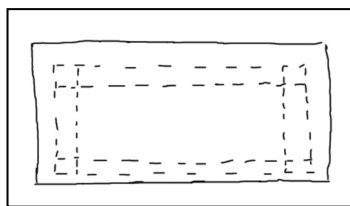


Figura 5.23 – Reprodução Imagética da Vista Ortográfica superior do Objeto *mesa* feitas por REN/M4.

CAR/M4 após sugerido se as vistas desenhadas estariam correspondendo à maquete do objeto da figura 5.2 que está em suas mãos: “... *só na lateral esquerda que eu errei...* – O que aconteceu? – *Eu acho que tentei fazer muito rápido e não acabei prestando atenção no que tinha que ver* (CAR/M4 desenha sua segunda vista lateral)...”

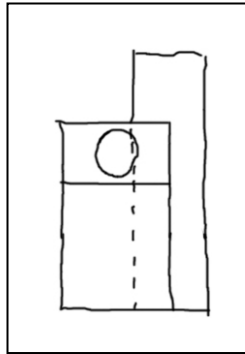


Figura 5.24 – Reprodução Imagética da Vista Ortográfica lateral do Objeto *casa* feita por CAR/M4.

MAR/M4 “É a vista lateral esquerda? – (MAR/M4 observa a maquete por bom tempo)... *tem coisa errada... eu não consigo enxergar este buraco (furo)... como vou enxergá-lo assim (coloca a mão espalmada em frente aos olhos, inclinada a aproximadamente 45°)... eu não sei representá-lo, não sei aonde ele pára... eu sei que ele está aí dentro (indica o retângulo que representa o plano inclinado na vista lateral)...* – O que enxergas olhando-o assim (face lateral do objeto em frente aos seus olhos)? – *Eu deveria enxergar esse risco aqui (parte da aresta do furo representada pela metade inferior da elipse), e lá em cima (parte do furo representada pela metade superior da elipse)... eu iria desenhar dois riscos, mas não é e eu não lembro como se faz.* – Nem olhando? O que estás enxergando? – *... eu enxergo uma elipse... mas eu desenharia uma elipse ali?... será?... (MAR/M4 desenha uma elipse)... aquilo ali eu não enxergo redondo (indica o furo representado na vista superior).* – Olhando bem de topo, como ele ficaria? – *Reto (refere-se à circunferência sem deformação).* – E como ficaria no desenho? – *Eu acho que eu veria assim (redondo).”*

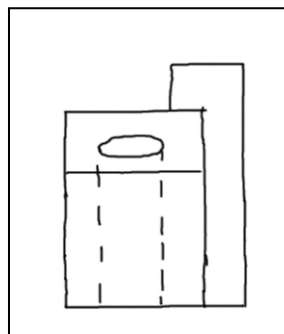


Figura 5.25 – Reprodução Imagética da Vista Ortográfica lateral do Objeto *casa* feita por MAR/M4.

Embora as representações, realizadas na presença do objeto concreto, feitas pelos sujeitos do Módulo M4, permaneçam muito próximas dos desenhos dos sujeitos do M2, foi possível observar que suas condutas eram diferentes destes. O objeto a sua frente, agora estava servindo para verificar o resultado das operações que imprimiram ao objeto. O diálogo de MAR/M4 mostra o exemplo disto durante a

verificação do furo na vista lateral esquerda (Fig. 5.25): “tem coisa errada... eu não consigo enxergar este buraco (furo)... como vou enxergá-lo assim (coloca a mão espalmada em frente aos olhos, inclinada a aproximadamente 45° conforme a face visualizada)? (...) Eu deveria enxergar esse risco aqui (parte da aresta do furo representada pela metade inferior da elipse), e lá em cima (parte do furo representada pela metade superior da elipse). – Nem olhando? O que estás enxergando? – ... eu enxergo uma elipse... mas eu desenharia uma elipse ali?” (MAR/M4).

5.2.4 Modelagem Geométrica dos Sujeitos do Módulo M4

Após os sujeitos terem realizado seus desenhos, e corrigi-los, pediu-se que modelassem a mesa que tinham acabado de desenhar, cuja maquete estava em suas mãos.

CAR/M4 “Vamos fazer este objeto no Autocad? – *Pode ser...* (CAR/M4 coloca a visualização da área de trabalho em perspectiva isométrica (Fig. 5.26)...

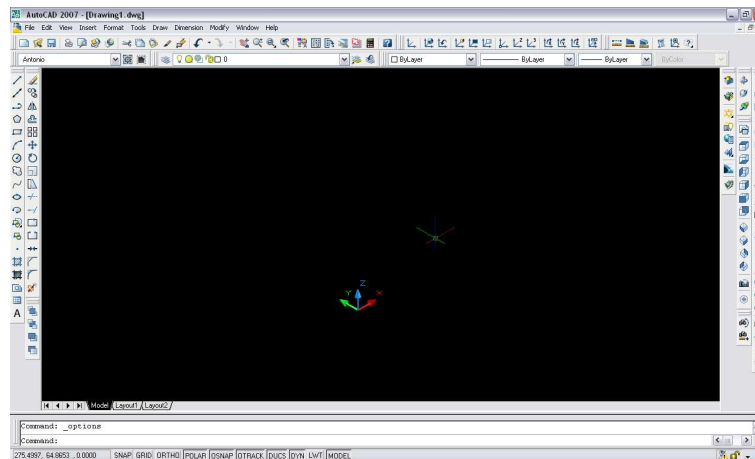


Figura 5.26 – Janela do programa Autocad com a Área de Trabalho visualizada em perspectiva isométrica.

... através do comando box16, cria as partes da mesa: tampo, travessa longitudinal, travessa transversal e pé, já em suas posições corretas (Fig. 5.27). CAR/M4 utiliza uma régua para obter as dimensões a partir da maquete física...

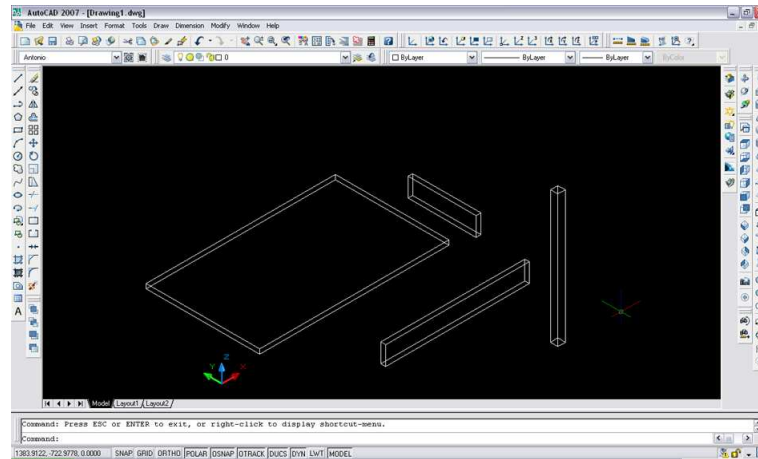


Figura 5.27 – Partes que compõem a mesa, geradas a partir da geração do seu modelo geométrico virtual.

- Estás desenhando em perspectiva? – *Isso*. – E quando desenhavas as vistas, tu imaginas o objeto em perspectiva também? – *Não*. – E como tu imaginas o objeto? – *Ele já montado*. – E agora o que estás fazendo? – *Estou criando as partes da mesa, para depois montá-la*. – E já crias cada uma destas partes em sua posição correta? – *Isso* (CAR/M4 alinha as partes usando o comando move17 (Fig. 5.28)...

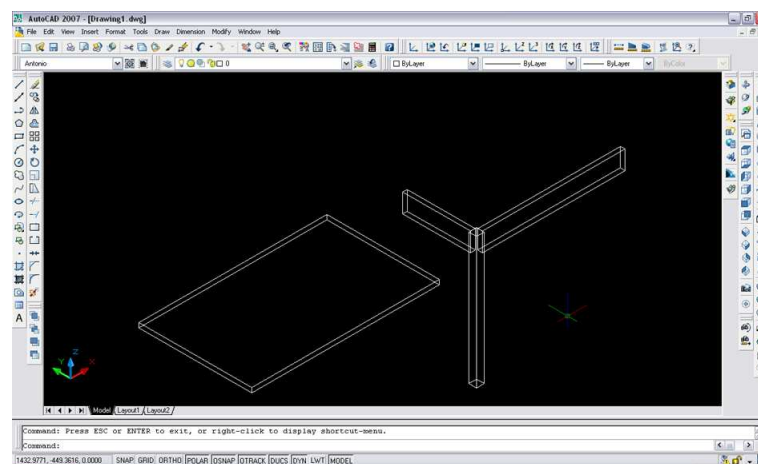


Figura 5.28 – Alinhamento das partes da mesa usando o comando *move*.

¹⁶ Gera prismas retos retangulares com suas dimensões – comprimento, largura e altura – alinhados aos eixos X, Y e Z, respectivamente (Ribeiro e Viana, 2000).

... após, CAR/M4 obtém as demais partes através do comando *mirror3d*¹⁸ (Fig. 5.29)...

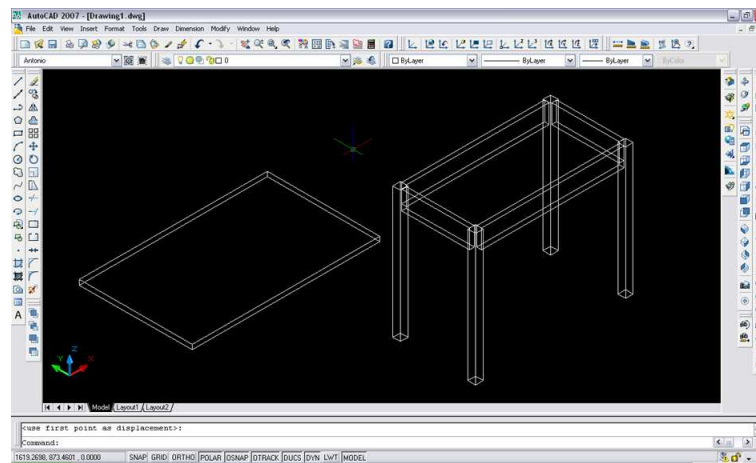


Figura 5.29 – Obtenção das demais partes da mesa através do comando *mirror3D*.

... através do comando *move*, CAR/M4 posiciona o tampo sobre a estrutura sem o cuidado de pegar pontos de referência destas entidades (Fig. 5.30)...

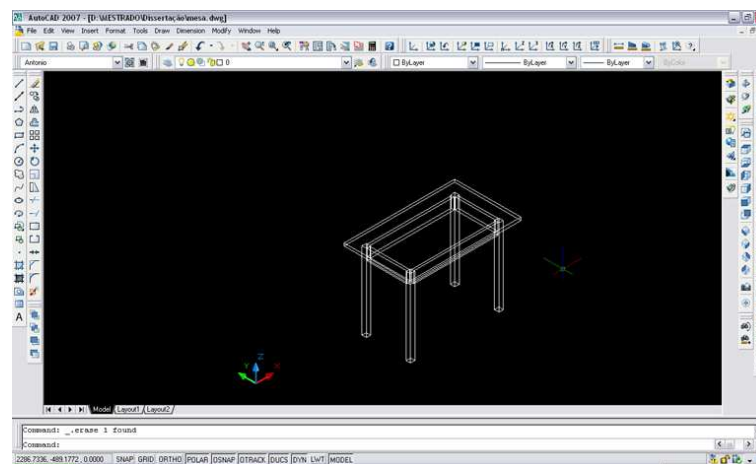


Figura 5.30 – “Alinhamento”, sem muita precisão, do tampo da *mesa*.

... porém, quando coloca o objeto em outra visualização, observa que o tampo ainda não está em sua devida posição...

¹⁷ Comando de edição que move objetos de uma posição para outra no desenho (Ribeiro e Viana, 1999).

¹⁸ Comando para se obter simetrias das entidades selecionadas, tendo como referência um plano no espaço (Ribeiro e Viana, 2000).

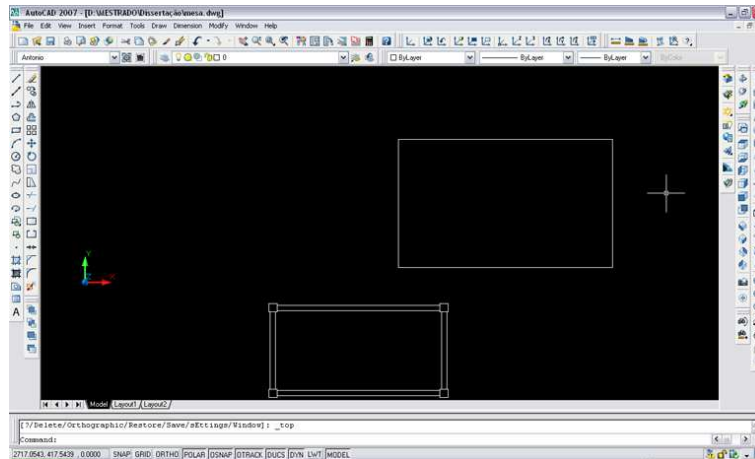


Figura 5.31 – Visualização superior da mesa, onde CAR/M1 constata a falta de alinhamento das partes.

... e após um bom tempo observando o desenho, com algumas tentativas iguais à primeira, sem sucesso, ela posiciona o tampo em uma das pontas da estrutura e, através do comando move, CAR/M4 posiciona o tampo, conforme mostra a figura 5.32, no meio da estrutura, mas sem muita precisão)...

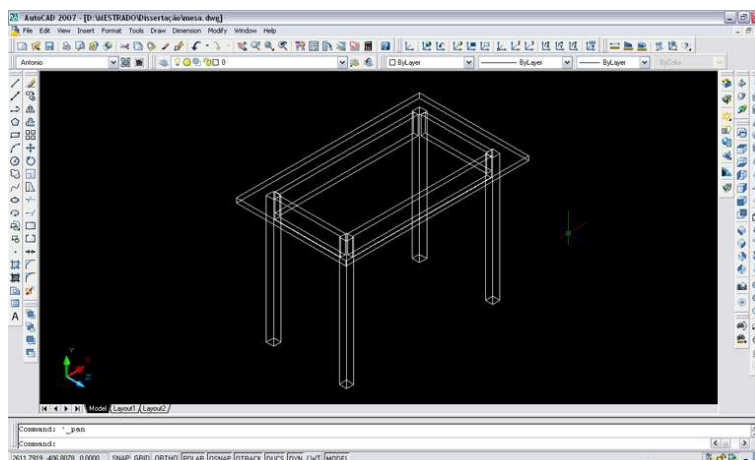


Figura 5.32 – Nova tentativa de alinhamento do tampo em relação à estrutura da mesa.

- E para se obter as vistas a partir daí (objeto modelado), como se faz? – Assim (CAR/M4 utiliza o comando 3DViews/Front¹⁹ para visualizar o modelo digital na posição que determina sua vista frontal (Fig. 5.33)...

¹⁹ Comando de visualização das entidades tridimensionais na posição que determina sua vista ortográfica frontal, utilizada em representações bidimensionais (Ribeiro e Viana, 2000).

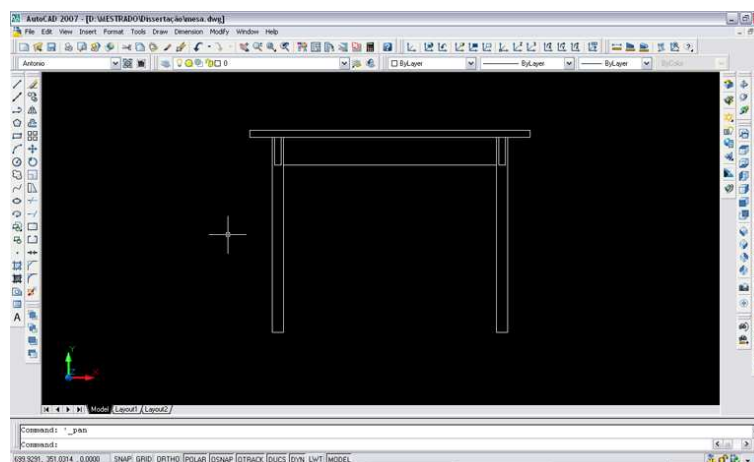


Figura 5.33 – Visualização do modelo geométrico da mesa em Vista Ortográfica Frontal.

... após utiliza o comando 3dViews/Top²⁰ para visualizar o modelo na posição da vista superior). – Achas que estas vistas obtidas correspondem àquelas que desenhaste? – (CAR/M4 compara seus desenhos com as visualizações do objeto digital)... *sim!*”

²⁰ Comando que possibilita a visualização das entidades tridimensionais na posição que determina sua vista ortográfica superior, utilizada em representações bidimensionais (Ribeiro e Viana, 2000).

JUL/M4 “Podes desenhar esta mesa (maquete) em 3D no Autocad? – *Sim* (JUL/M4 coloca a visualização da área de trabalho em perspectiva isométrica (Fig. 5.34)...

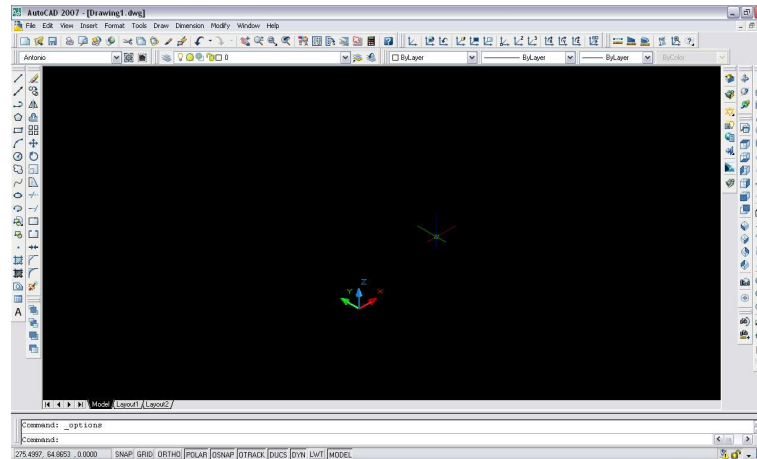


Figura 5.34 – Janela do programa Autocad com a Área de Trabalho visualizada em perspectiva isométrica.

... através do comando box cria as partes da mesa: tampo, travessa longitudinal, travessa transversal e pé, já em suas posições corretas. JUL/M4 utiliza uma régua para obter as dimensões a partir da maquete física...

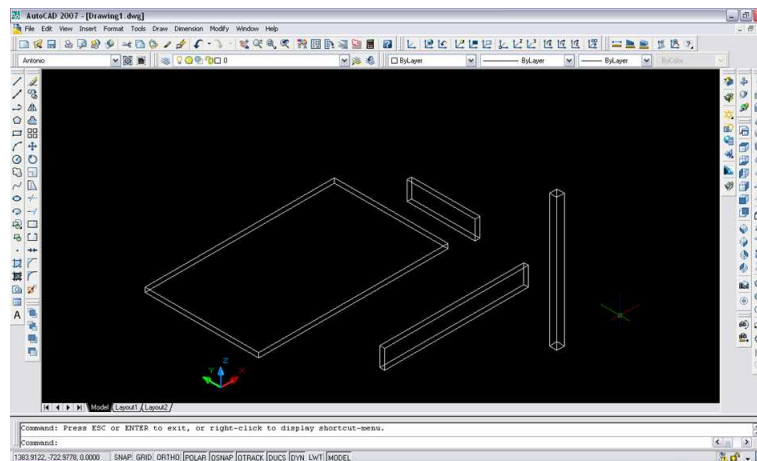


Figura 5.35 – Partes que compõem a *mesa*, obtidas a partir da geração de seu modelo geométrico virtual.

... JUL/M4 utiliza o comando copy²¹ para obter as demais partes da mesa (Fig. 5.36)...

²¹ Reproduz os elementos seleccionados (Ribeiro e Viana, 1999).

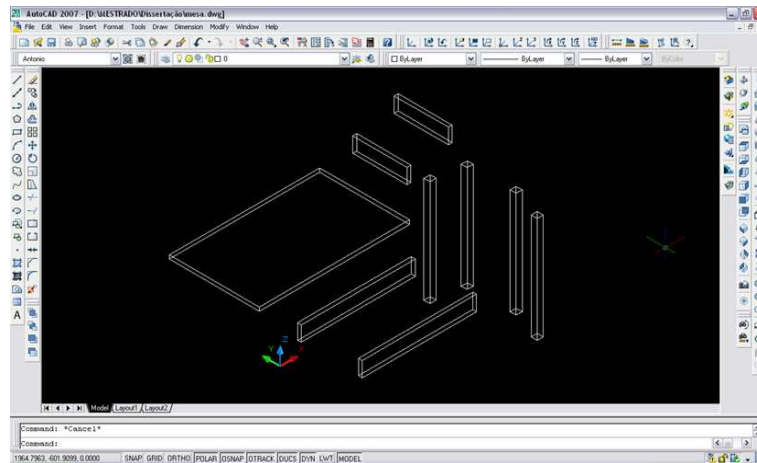


Figura 5.36 – Obtenção das demais partes da mesa através do comando *copy*.

... posiciona visualmente os pés em relação ao tampo sem pegar pontos de referência, utilizando a visualização de cima (fig. 5.37)...

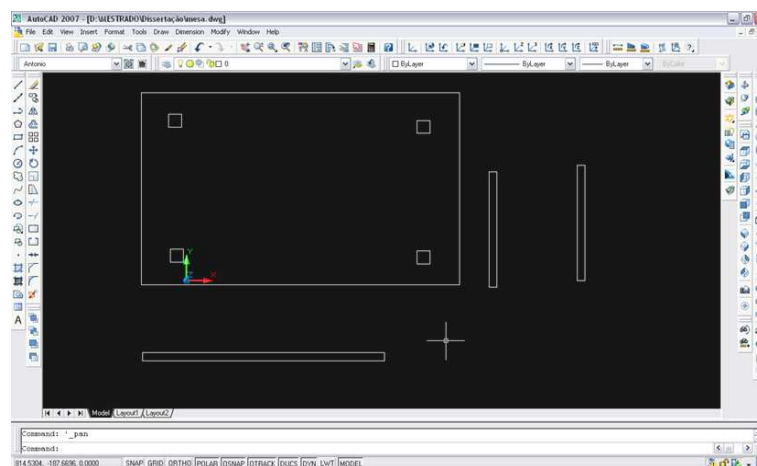


Figura 5.37 – Posicionamento visual dos pés em relação ao tampo através do comando *move*.

... e quando muda a visualização, JUL/M4 constata que os pés não ficaram na posição devida (Fig. 5.38)...

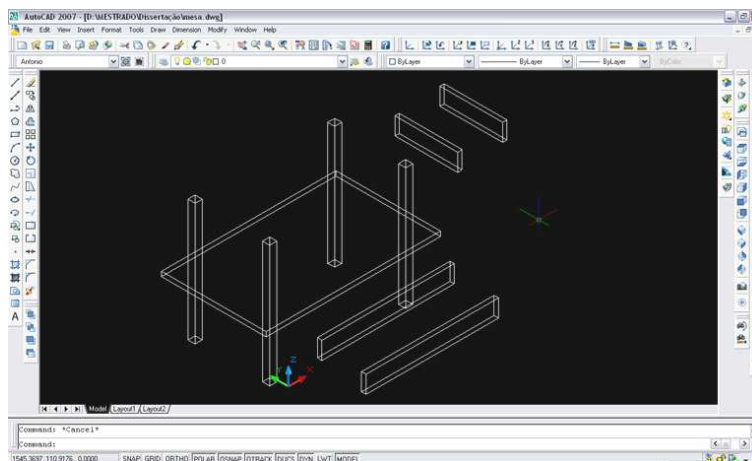


Figura 5.38 – Visualização da mesa em perspectiva isométrica, logo após o posicionamento dos pés (JUL/M4).

... JUL/M4 passa bom tempo tentando posicionar os elementos, tanto em perspectiva quanto em vista, sem sucesso e pede para encerrar a entrevista.”

Verificou-se que para executarem a modelagem geométrica, os sujeitos colocaram a visualização da área de trabalho em perspectiva isométrica. Ao inserir-se as coordenadas de um ponto sobre os três eixos cartesianos, determina-se sua exata localização no espaço. Através de comandos específicos de geração de sólidos, eles geraram as partes da mesa, de acordo com as dimensões e posições do objeto real. Aqui já se observa a necessidade da coordenação de relações tanto projetivas quanto euclidianas, a fim de que o sujeito consiga determinar, por antecipação imagética, os elementos a serem modelados para criar o objeto no espaço virtual, tendo como resposta, a representação isométrica destas construções na tela do computador, no tipo de visualização 3dWireframe, ou seja, a visualização na tela será obtida a partir do modelo geométrico, mas como se ele tivesse suas faces transparentes e apenas as arestas fossem percebidas, como se o modelo fosse de arame. Trata-se da geração de um objeto virtual tridimensional que possui de fato três dimensões.

Demonstraram domínio na geração das partes da mesa, orientando-se no espaço virtual tridimensional. Porém, na hora de alinharem o tampo da mesa, utilizando o comando move, executaram tal tarefa por aproximação. Através deste comando foi possível “juntar” as partes, utilizando-se pontos em comum dos elementos a serem alinhados. A dificuldade ocorreu, porque estes pontos comuns,

entre o tampo e a estrutura da mesa, esta composta pelos pés e travessas, não são tão evidentes assim. Eles correspondem a um ponto central da superfície inferior do tampo e outro da parte superior da estrutura da mesa.

5.3 Desenvolvimento da Lógica Geométrica do Espaço

Uma operação é considerada uma ação que foi interiorizada (Piaget e Inhelder, 1948), então na representação do espaço, a operação espacial se faz necessária para que o sujeito consiga antecipar as imagens resultantes das mudanças do ponto de vista. Trata-se portanto, da execução mental de uma ação. Os sujeitos, neste caso, foram capazes de construir a imagem mental da mesa, executarem sobre ela mudanças de ponto de vista sugeridas, e ainda representarem no papel o resultado destas transformações. Trata-se, inclusive, de uma importante habilidade que as disciplinas de desenho, em especial a Geometria Descritiva, buscam desenvolver axiomáticamente, da qual o Desenho Técnico se vale para representar as Vistas Ortográficas e Perspectivas dos objetos, denominada de visualização espacial. Ela permite o entendimento das formas espaciais sem a necessidade de estar vendo fisicamente o objeto (Peixoto, 2004).

“As habilidades espaciais, em particular a de visualização, são requeridas por inúmeras profissões artísticas, técnicas e científicas. (...) Sabe-se também que a Geometria Descritiva (GD), dentre outras disciplinas (...) requer esta habilidade e que o estudo da GD ajuda a desenvolver a visualização. A baixa habilidade de visualização espacial pode ser fator de dificuldade e desestímulo à aprendizagem desta e de outras importantes disciplinas (...). Desta forma, a procura de mecanismos que eliminem estas barreiras e promovam a habilidade de visualização espacial é importante tema de pesquisa científica.” (Seabra e Santos, 2005)

Verificou-se que os sujeitos do Módulo M1, ao entrarem no curso, já possuíam certa noção sobre as relações espaciais, pois conseguiram desenhar coerentemente as faces planas dos objetos apresentados: por antecipação no caso das representadas em VG, e por reprodução imagética, com o apoio do objeto concreto, das que se encontravam perpendiculares aos planos de projeção.

No caso das antecipações imagéticas, eles demonstraram que suas condutas estavam mais influenciadas pelo aspecto figurativo do conhecimento. Para Piaget e

Inhelder (1948), as funções figurativas não conseguem dar conta das transformações sobre o objeto, já que limitam-se a fornecer uma imitação, reprodução deste. Elas contribuem para a construção dos estados do objeto, onde suas configurações estáticas são mais fáceis de serem reproduzidas em imagens. Isto explica a representação dos rebatimentos realizados ao desenharem o que enxergariam da mesa e da casa, a partir da representação destes objetos nas figuras 5.1 e 5.2, ao se posicionarem em um determinado ponto de vista.

Pode-se dizer que os aspectos figurativos acabaram também influenciando estas representações, devido à imposição visual das formas mais evidentes do objeto, como no caso do tampo, que foi representado em função de sua face superior tanto na vista frontal como na superior, já que esta é a forma que melhor o representa, ou ainda no caso da torre da casa, que tem uma superfície notavelmente arredondada. Ela aparece representada indevidamente na vista de frente, porque estes pontos de vista permanecem, em parte, indiferenciados e isto ocorre devido a falta de coordenação das relações espaciais. Por isso, acabaram fracassando ao tentar construir a imagem coerente desta transformação. Esta indiferenciação é observada inclusive no diálogo de GIC/M1, quando questionada sobre onde deveria estar posicionada em relação à mesa para ver o tampo na forma do retângulo desenhado por ela: “Quando tu vais conseguir enxergar o tampo da mesa, essa parte aqui de cima aqui (indico a parte superior do tampo na figura 5.1) nesta forma (retângulo desenhado)? – Quando estiver de frente, aqui (indica a frente da mesa na figura 5.1). – Vais enxergar o tampo da mesa (indico a parte superior do tampo na figura 5.1) quando estiveres de frente para a mesa (indico a frente da mesa na figura 5.1)? – Bem no meio, bem de frente...” e quando solicitada a desenhar isso que está enxergando, ela prontamente desenha dois pés na base do retângulo já desenhado (Anexo 4).

Já o aspecto operativo, dá condições do estabelecimento de relações e deduções, uma vez que “as ações tornam-se operatórias desde que duas ações do mesmo gênero possam ser compostas em uma terceira ação que pertence, ainda, a esse gênero e que essas diversas ações possam ser invertidas ou restituídas” (Piaget, 1943/6). É o caso das situações em que os sujeitos conseguiram representar a antecipação da transformação obtida, a partir da sugestão da mudança do seu ponto

de vista. Esta imagem antecipadora de transformação – ATP (Piaget e Inhelder, 1966), foi mais coerente no caso das faces em VG, ou seja, aquelas paralelas ao plano de projeção. Nas demais situações eles acabaram fracassando com maior frequência.

Outro fato importante a ser considerado foi o êxito que os sujeitos tiveram ao representarem as faces perpendiculares aos planos de projeção com o apoio do objeto concreto. Neste caso, eles só conseguiram coordenar as relações espaciais envolvidas quando a ação sugerida foi de fato realizada sobre o objeto. Isto evidencia que eles fracassaram em suas representações, não pelo fato de não saberem projetar a imagem produzida pelo pensamento no papel, e sim pelo fato de não conseguirem antecipá-la (imagem) corretamente. Tanto é que, com o apoio do material concreto, a imagem do tampo da mesa na vista frontal foi devidamente desenhada, ou seja, o sujeito conseguiu operar logicamente as relações em jogo e o rebatimento ocorrido anteriormente, na imagem de antecipação, agora não acontece mais. Isto que dizer que nestas situações eles conseguiram, com mais facilidade na presença física do objeto, representar as imagens resultantes das transformações sobre o objeto. Outra conduta do pensamento operatório concreto observada nestes sujeitos é a consciência de que seu desenho não ilustra aquilo que imaginam do objeto e não sabem desenhá-las.

Esta forma de pensamento, segundo Piaget (1977), é fruto de abstrações pseudo-empíricas, o que explica a necessidade do apoio do material concreto. Porém, este resultado obtido é enriquecido por propriedades tiradas das coordenações sobre as relações espaciais em jogo. Por outro lado, verificou-se que outros elementos continuaram ainda completamente indiferenciados, e demonstraram inclusive, não terem a menor idéia se aquilo que desenharam estava ou não coerente com o objeto. Esta, aliás, é uma conduta pré-operatória, onde a imagem representa o estado do objeto, portanto a imagem produzida é estática, prendendo-se aos aspectos figurativos, não sendo capaz, portanto, de representar transformações. Desta forma, estas situações demonstraram que o desenvolvimento da lógica espacial destes sujeitos do Módulo M1 encontra-se num nível intermediário entre o pré-operatório e o operatório concreto, o que resulta em abstrações do tipo pseudo-empíricas.

Os sujeitos do Módulo M2 apresentaram maior evolução quanto à coordenação das relações espaciais, tanto nas imagens de antecipação quanto nas de reprodução. Eles foram capazes, por exemplo, de antecipar corretamente as transformações sobre as faces planas dos objetos, independentemente da posição que ocupavam em relação aos planos de projeção. Para Piaget (1977) estas antecipações são frutos de um pensamento reflexivo, ou seja, de abstrações do tipo refletidas, já que as modificações sobre o objeto podem ser efetuadas e constatadas apenas através do pensamento, sem a necessidade do apoio de observáveis. Enfim, as condutas dos sujeitos do módulo M2 demonstraram que o desenvolvimento da lógica do espaço encontrava-se num nível operatório, entre o concreto e o formal. Esta primazia das operações sobre o aspecto figurativo é bem exemplificado no diálogo de IVA/M2 quando indagada sobre o arredondamento da torre na antecipação na vista lateral (Fig. 5.15) e sua posterior correção ao observar o objeto: “... é que a gente tenta representar... sabe que tem uma volta e tenta representá-la. – Enxergas esta volta? – Não. – Então como ficaria? – Ficaria reto...” (IVA/M2).

Quanto aos desenhos manuais e condutas apresentadas pelos sujeitos do módulo M4, verificou-se que eles aparentavam maior evolução, já que suas operações se desprenderam do objeto concreto e atingiram o patamar das deduções lógicas. Eles demonstraram utilizar o objeto, a fim de constatar o resultado do seu pensamento, portanto a imagem aqui já se apresenta como obra do pensamento reflexivo.

Em relação à modelagem geométrica, pode-se sugerir que para manipular um objeto no espaço virtual, requer bom desenvolvimento da coordenação das relações espaciais. Em primeiro lugar, deve-se levar em consideração que o modelo geométrico gerado existe apenas no espaço virtual, e o que, na verdade, se vê na tela do computador é uma representação bidimensional deste modelo. De acordo com a posição do observador e o tipo de projeção utilizada – cilíndrica ou cônica – a sua representação gerada na tela do monitor poderá ser uma vista ortográfica, ou uma perspectiva. Observou-se como complicador, o fato dos sujeitos visualizarem a área de trabalho em perspectiva isométrica e o modelo visualizado em 3D aramado. Estes dois aspectos diminuem consideravelmente os efeitos de profundidade dos objetos representados, o que diminui as possibilidades de se guiar pela imagem gerada na

tela do computador. A falta de coordenação das relações espaciais, que pode ser verificada principalmente na hora dos sujeitos tentarem alinhar as partes da mesa no espaço virtual, que possui três dimensões a exemplo do real, leva os sujeitos a ficarem presos à imagem do objeto aramado em perspectiva isométrica na tela do computador, onde a profundidade, menos evidente, acaba por não ser considerada.

Enfim, as representações gráficas e condutas dos sujeitos entrevistados evidenciaram que os alunos apresentaram uma evolução psicogenética da coordenação das relações espaciais ao longo do curso. Estes desenhos mostraram que existe um desenvolvimento comum no modo de representar as faces do objeto, que começa pela devida representação das faces planas paralelas ao plano de projeção, em VG, posteriormente passa pela devida representação das faces verticais, e por fim das faces inclinadas. Observou-se também, que no início, nem a presença do objeto é capaz de dar conta, por vezes, da reprodução do resultado das transformações sobre o objeto, conforme se observa nos desenhos dos sujeitos do M1. Portanto, para a construção das reproduções imagéticas, o objeto concreto passa a ser utilizado como apoio para verificação do processo envolvido nestas transformações, até atingir um nível em que ele não precise mais deste apoio, e seu pensamento passa a operá-las mentalmente, desprendendo-se totalmente do apoio do observável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“O computador não veio para resolver magicamente nossos problemas, senão para nos auxiliar em sua resolução. Ele é um instrumento de trabalho mais complexo do que a régua e o compasso de Euclides. Porém, seremos nós, os projetistas, que com nosso conhecimento e imaginação conduziremos a máquina pelo processo criativo.”
(Menegotto, J. e Araújo, T., 2000)*

A educação da Expressão Gráfica tem passado por profundas transformações. Por um lado, tem-se visto a exigência de cursos de formação profissional mais enxutos, rápidos e atualizados. Isto acaba afetando as disciplinas de desenho e suas Técnicas de Representação Gráfica, já que sofrem com as diminuições de carga horária e, conseqüentemente, de conteúdos curriculares. Além disso, estes cursos profissionalizantes ainda devem promover a formação de sólidos conhecimentos em desenho, a fim de flexibilizarem a utilização dos recursos tecnológicos, através dos sistemas CAD.

Os software CAD, por sua vez, trouxeram inúmeros benefícios para os profissionais da área gráfica, e inclusive acabaram promovendo novos métodos de obtenção das representações gráficas utilizadas em projetos de produto, a partir da geração de modelos virtuais tridimensionais. Por estas características, entre outras tantas, pode-se afirmar que estamos experimentando uma transição da representação gráfica apoiada na geometria de projeção – projetiva e plana – para a geometria verdadeira do objeto – tridimensional e euclidiana por natureza.

Estas mudanças fomentam o desenvolvimento de pesquisas, cujo objetivo é eliminar as barreiras que atualmente existem frente à aprendizagem da Expressão Gráfica. Elas indicam a importância que as disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Geométrico têm no auxílio do desenvolvimento de uma habilidade denominada de visualização espacial, além de apresentarem inúmeras possibilidades

de se utilizar o computador como excelente recurso didático, inclusive para o desenvolvimento de tal habilidade.

Os desenhos e as condutas apresentados durante a realização das entrevistas, feitas com alunos do curso de Design de Móveis, deram condições de analisar, sob o ponto de vista psicogenético, a lógica envolvida nas operações espaciais necessárias na representação de um objeto tridimensional sobre o plano, obtidas por Vistas Ortográficas ou Modelagem Geométrica. Constatou-se que é esta lógica operatória do espaço, passível de desenvolvimento, capaz de garantir que os alunos realizassem as devidas representações dos objetos utilizados durante o experimento.

Desta forma, a habilidade de visualização espacial pode ser considerada como a capacidade de antecipar imgeticamente as transformações impostas sobre um objeto, o que é possível graças às coordenações estabelecidas entre as relações espaciais em jogo. Acredita-se que a visualização espacial não depende de gênero e nem é um dom herdado por alguns privilegiados, nem tampouco é imposta pelo meio, mas sim uma habilidade – operatória – que pode ser construída e desenvolvida ao longo da vida.

Conclui-se, portanto, que um olhar psicogenético sobre os processos cognitivos envolvidos na representação do espaço, pode colaborar para o entendimento da necessidade de aproximação das disciplinas de desenho e a computação gráfica. Ao conhecer como se estrutura o pensamento dos sujeitos para realizarem as representações de um objeto, a forma como pensam o desenho, de fato contribui para se pensar sobre uma melhor readequação dos materiais didáticos e programas curriculares de ensino do desenho e conseqüentemente da computação gráfica, na direção de uma aprendizagem imbuída no espírito construtivista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *Coletânea de Normas de Desenho Técnico*. São Paulo: SENAI: DTE: DMD, 1999.

AURÉLIO, *Dicionário Eletrônico: século XXI*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira: Lexicon Informática, 1999. (CD-ROM, versão 3.0).

AZEVEDO, E. e CONCI, A. *Computação Gráfica: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

BORNANCINI, José. *Desenho Técnico Básico: fundamentos teóricos e exercícios à mão livre*. Porto Alegre: Sulina, 1990.

BRASLAVSKY, Cecília. As políticas educativas ante a revolução tecnológica, em um mundo de interdependências crescentes e parciais. In: TEDESCO, Juan. *Educação e Novas Tecnologias: esperança ou incerteza?* São Paulo: Cortez, 2004.

BRUNNER, José. Educação no encontro com as novas tecnologias. In: TEDESCO, Juan. *Educação e Novas Tecnologias: esperança ou incerteza?* São Paulo: Cortez, 2004.

BRUYNE, Paul. *Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: os pólos da prática metodológica*. Rio de Janeiro: F. Alves, 1991.

CASTORINA, José et al. *Psicologia Genética: aspectos metodológicos e implicações pedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.

CELANI, Maria. *CAD: como chegamos até aqui e para onde vamos?* Sinopses, n. 38. São Paulo: USP, 2002. p. 53-61.

CHAUÍ, Marilena. *Convite a Filosofia*. São Paulo: Ática, 2004.

CHAVES, Eduardo. *O Uso dos Computadores em Escolas: fundamentos e críticas* [on-line]. São Paulo: Scipione, 1988. Disponível na Internet: <<http://www.edutec.net/Textos/Self/EDTECH/scipione.htm>>. Acesso: out/2004.

DELVAL, Juan. *Introdução à Prática do Método Clínico: descobrindo o pensamento das crianças*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

ENCONTRO REGIONAL DE EXPRESSÃO GRÁFICA - EREG, 5, 2006, Salvador. Disponível na Internet: <<http://www.ereg2006.ufba.br>>. Acesso: mar/2006.

GIL, Antonio. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

- GOMES, J. e VELHO, L. *Computação Gráfica: imagem*. Rio de Janeiro: IMPA: SBM, 1994.
- GOODE, William. *Métodos em Pesquisa Social*. São Paulo: Nacional, 1973.
- GUIMARÃES, Humberto et al. Mudança no Ensino de Representação Gráfica no Curso de Produção da UFOP. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 17, 2005. *Anais...* Recife: Graphica, 2005 (CD-ROM).
- LÉVY, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- MARTÍNEZ, Jorge. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: MORAN, José et al. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas: Papirus, 2000.
- MASETTO, Marcos. Mediação Pedagógica e o Uso da Tecnologia. In: MORAN, José et al. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas: Papirus, 2000.
- MENEGOTTO, J. e ARAUJO, T. *O Desenho Digital: técnica e arte*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.
- MONTANGERO, J. e MAURICE-NAVILLE, D. *Piaget ou a Inteligência em Evolução*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- OLIVEIRA, Vanderli et al. Comparações entre Sistemas Informatizados e Sistemas Tradicionais de Projetos em Engenharia. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 13, 1996. *Anais...* Recife: Graphica, 1996.
- PLANO DO CURSO TÉCNICO EM DESIGN DE MÓVEIS. Pelotas: CEFET/RS, 2001.
- PIAGET, Jean (1937). *A Construção do Real na Criança*. São Paulo: Ática, 2003.
- PIAGET, Jean (1945). *A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo, sonho, imagem e representação*. Rio de Janeiro: LTC, 1990.
- PIAGET, Jean (1926). *A Representação do Mundo na Criança*. Rio de Janeiro: Record, [19--?].
- PIAGET, Jean et al. (1977). *Abstração Reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- PIAGET, Jean (1970). *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- PIAGET, Jean (1936). *O Nascimento da Inteligência na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.
- PIAGET, J. e INHELDER, B (1966). *A Imagem Mental na Criança: estudo sobre o desenvolvimento das representações imagéticas*. Porto: Livraria Civilização, 1977.
- PIAGET, J. e INHELDER, B (1948). *A Representação do Espaço na Criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

RIBEIRO, Milton. *Planejamento Visual Gráfico*. Brasília: Linha, 1993.

RIBEIRO, L. e VIANA, A. *Autocad 2000: curso básico* (apostila). Pelotas: Gráfica do CEFET/RS, 1999.

RIBEIRO, L. e VIANA, A. *Autocad 2000: curso avançado 3D* (apostila). Pelotas: Gráfica do CEFET/RS, 2000.

RÜDIGER, Francisco. *Introdução às Teorias da Cibercultura: perspectivas do pensamento tecnológico contemporâneo*. Porto Alegre: Sulina, 2003.

SEABRA, R. e SANTOS, E. Análise de Requisitos de uma Ferramenta 3D para Desenvolvimento da Cognição Espacial. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 17, 2005. *Anais...* Recife: Graphica, 2005 (CD-ROM).

SILVA Jr., Antônio. *Desenho Técnico: uma experiência de ensino*. Pelotas: Departamento de Desenho e Gráfica Computacional – UFPel, 2001 (Monografia de Especialização).

SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO - GRAPHICA, 17, 2005, Recife. Disponível na Internet: <<http://www.ufpe.br/graphica2005>>. Acesso: mar/2006.

SOARES, Cláudio. Computação Gráfica: uma mudança nos paradigmas das técnicas de representação? In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 17, 2005. *Anais...* Recife: Graphica, 2005 (CD-ROM).

SOARES, C. e MARTINS, R. As técnicas de representação gráfica: o estado-da-arte e suas prognoses. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 17, 2005. *Anais...* Recife: Graphica, 2005 (CD-ROM).

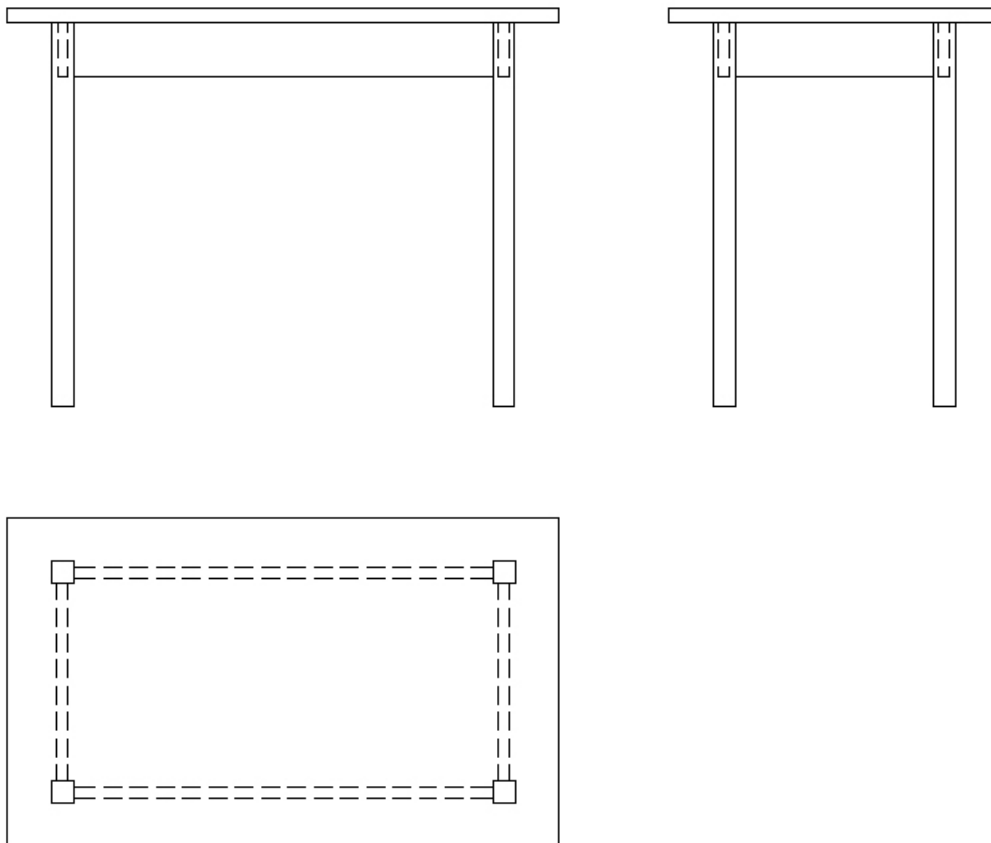
TEDESCO, Juan (org.). *Educação e Novas Tecnologias: esperança ou incerteza?* São Paulo: Cortez, 2004.

TRIVIÑOS, Augusto. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, José. *O Uso Inteligente do Computador na Educação* [on-line]. [s. l.]: [s. n.], [s. d.]. Disponível na Internet: <<http://www.nuted.edu.ufrgs.br/biblioteca/arquivo.php?arq=19>>. Acesso: out/2004.

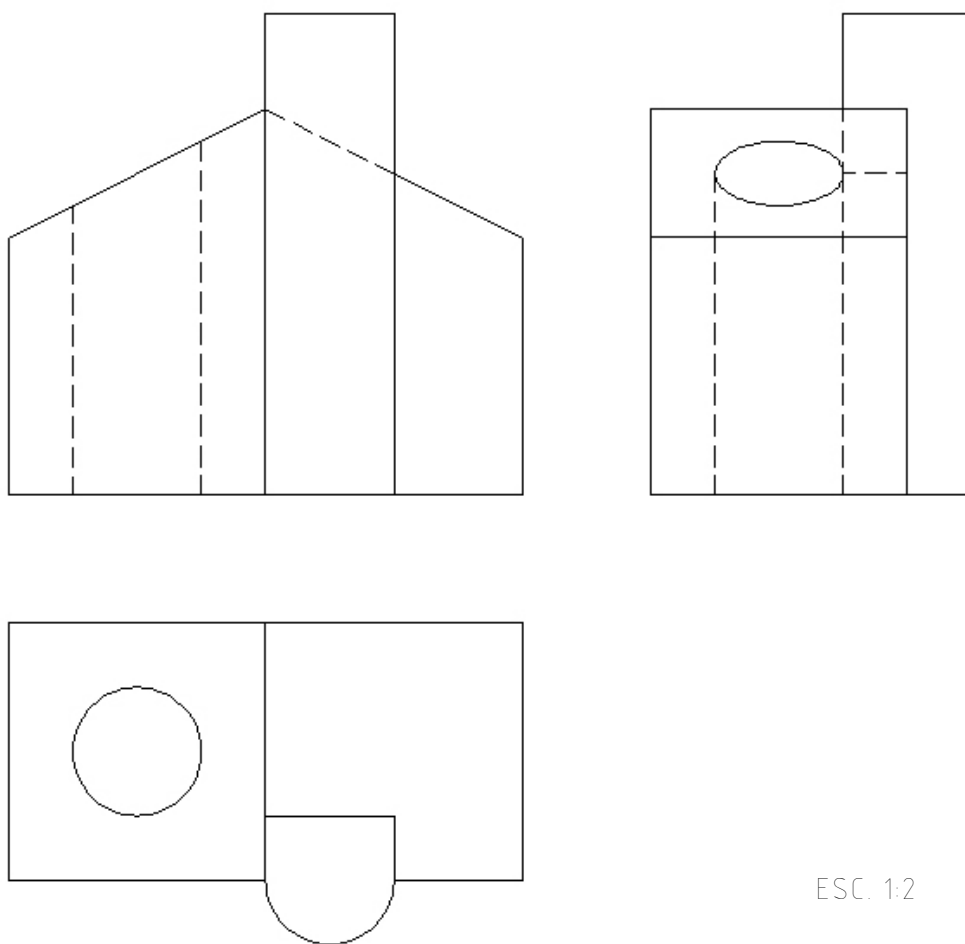
ANEXOS

1 Vistas Ortográficas do Objeto A



ESC. 1:10

2 Vistas Ortográficas do Objeto B



ESC. 1:2

3 Roteiro das Entrevistas Clínicas Semi-Estruturada

Caracterização Inicial

A partir das imagens das figuras 5.1 e 5.2, verificar o apoio das relações espaciais a fim de identificá-los e descrevê-los:

- Que objeto está representado nesta figura? Podes descrevê-lo?
- Qual a forma do tampo da mesa (retangular)? Podes desenhar um retângulo?
- O tampo da mesa e o retângulo desenhado estão representados da mesma forma? Por quê?

Antecipação Imagética

Verificar a coordenação das relações espaciais a fim de antecipar a imagem obtida das transformações sobre o objeto pensado.

- Que outros desenhos podem representar esta mesa?
- Podes representar as vistas ortográficas desta mesa?²²

Reprodução Imagética

Verificar a coordenação das relações espaciais a fim de antecipar a imagem obtida das transformações sobre o objeto pensado.

- O desenho que realizaste e o desenho apresentado referem-se à maquete física?²³
- Se for necessário, quais alterações farias no teu desenho? Por quê?

Modelagem Geométrica

Verificar a coordenação das relações espaciais na execução da modelagem geométrica do Objeto mesa no programa Autocad, sugerida aos sujeitos que já utilizam a Computação Gráfica.

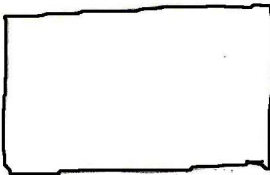
²² No caso dos alunos do 1º módulo, explicar que estas são obtidas, intuitivamente, representando-se o que se vê quando estamos bem em frente, ao lado e acima do objeto. Fica livre a escolha das ferramentas para este desenho, sendo que no computador, elas podem ser obtidas a partir do modelo virtual tridimensional.

²³ Após a execução e justificativas dos seus desenhos, será apresentado ao sujeito a maquete física do objeto representado.

4 Protocolos de Entrevistas – PEs

PROTOCOLO DE ENTREVISTA – PE 1

Desenho Manual e Modelagem Geométrica: o desenvolvimento da lógica do espaço na representação gráfica

<p>Entrevistador: Antônio Pedro da Silva Júnior Data da Entrevista: 13/11/2006 Duração: 26 min Arquivo de Gravação: M1_ALE</p>	<p>Identificação: ALE/M1 Módulo: 1</p>	<p style="text-align: center;">Representações</p>
<ul style="list-style-type: none">- Esses dois desenhos aqui (Fig. 5) representam um mesmo objeto. Sabes dizer que objeto é esse?- Podes descrever essa mesa, de acordo com esse desenho? Como ela é?- Tem pés?- Quantos?- Que mais identificas nessa mesa? - Que forma tem essa parte superior?- Podes desenhar um retângulo?- Tanto faz.	<p><i>Uma mesa!</i></p> <p><i>Aparentemente é para quatro pessoas... retangular...</i></p> <p><i>Tem! (risos)</i></p> <p><i>Quatro!</i></p> <p><i>Aqui (aponta, na Fig. 5, para uma das travessas sob o tampo), os marcos embaixo, que dão sustentação à mesa... à parte superior aqui (aponta para o tampo)...</i></p> <p><i>Retangular.</i></p> <p><i>Pequeno? Grande?</i></p> <p><i>(ALE/M1 desenha um retângulo)</i></p>	 A hand-drawn rectangle with slightly irregular lines, representing a table top as described in the interview transcript.

- Deves ter visto que o retângulo que desenhaste está diferente deste aqui (aponto para a parte superior do tampo na Fig. 5).
- Tem alguma posição, em relação a essa mesa, que tu possas enxergar essa parte de cima (aponto para a parte superior do tampo da mesa na Fig. 5) nesta forma aqui (aponto para o retângulo desenhado)?
- Vou te pedir que te imagines bem na frente da mesa (aponto para a face frontal da mesa na Fig. 5), e eu quero que desenes o que tu imaginas que vai enxergar.
- Essa mesa (Fig. 5) estamos vendo meio de cima e meio de lado, né?
- E se tu veres a mesa bem de frente?
- Sim, mas se ela estivesse na altura dos teus olhos, o que enxergarias dessa mesa?
- E vendo essa mesa bem de cima? Que enxergarias?
- Podes desenhar para mim?
- Olhando a mesa de cima, não enxergamos os pés dela.
- Mas saberias desenhar o onde ficam esses pés abaixo desse tampo (indico o retângulo desenhado)?

Ah, sim! Este aí (Fig. 5) está meio inclinado. É uma forma, acho que, meio espacial.

... De cima pra baixo?

...

Sim.

Como estou vendo essa aqui (aponta para a mesa em que estamos sentados)?

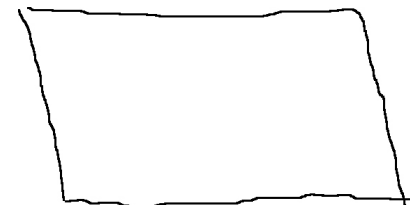
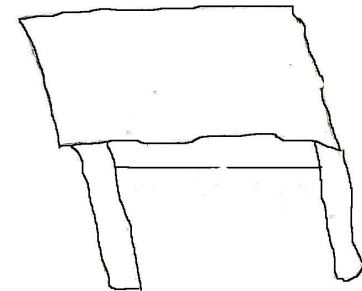
A parte da frente (aponta para a face frontal da mesa na Fig. 5) e um pouco do tampo... (ALE/M1 desenha o que seria sua vista frontal) de frente seria difícil, mas eu veria assim!

Só essa parte aqui (aponta para a parte superior do tampo da mesa, na Fig. 5).

(ALE/M1 desenha um retângulo)

Sim.

... desenhando não!



- Imagina esse tampo transparente (Fig. 5), como os pés ficariam desenhados aqui (retângulo desenhado)?
- Pode.
- Como e onde ficaria?
- Sabes desenhar como ficam esses reforços da mesa (indico as travessas na Fig. 5) em relação a esta vista?
- Agora vou te mostrar outro desenho (Fig. 6). Podes descrever como imaginas esse objeto?
- Por que tem forma de uma casa?
- E isto seria o que (aponto para a torre, Fig. 6)?
- Podes me descrever esse detalhe?
- E esta parte (indico o furo), identificas o que é?
- Não imaginas o que pode ser?
- Desenha o que tu achas que enxergas, olhando esse objeto bem de frente. Colocando-o bem na frente dos teus olhos, o que tu enxergas?
- E se tu estiveres no lado dele, bem em frente aos teus olhos?
- Podes dizer que está representado? Que seria essa parte (aponto para o retângulo, levemente inclinado, desenhado na base)

Pode ser só dois? Não tem espaço na folha.

... (depois de um bom tempo) mas a gente veria só a base deles!

(ALE/M1 desenha quatro quadrados nas extremidades do retângulo desenhado)

(ALE/M1 complementa sua vista superior)

Tem forma de uma casa...

De cima assim (aponta para os planos inclinados que formam o que seria o telhado da casa).

... mais um detalhe!

Aqui seria tipo uma torre.

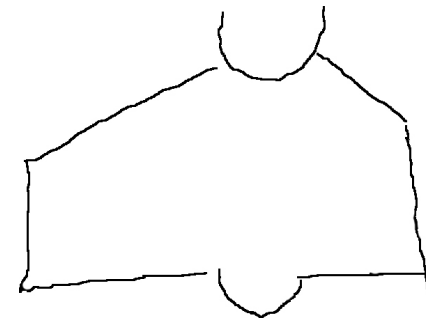
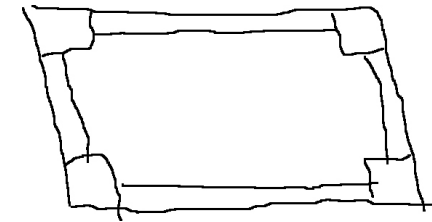
Não.

... não.

... seria essa parte aqui (indica a face frontal do objeto da Fig. 6). (ALE/M1 desenha sua vista frontal)...

... (ALE/M1 desenha sua vista lateral)

Seria a parte que dá sustentação à casa...



- Essa parte aqui seria o que (aponto para o retângulo do meio, mais inclinado que o da base)?
- Esse aqui (retângulo menor situado no topo da vista lateral desenhada)?
- Estando bem em cima deste objeto, o que enxergarias?
- Consegues identificar que não é bem assim, mas não sabe representar?
- E este furo aqui (aponto para o furo da Fig. 6), onde tu achas que ele fica em relação a este desenho (vista superior desenhada)?
- Vou te mostrar dois objetos. Conhece eles?
- Agora vais pegar cada um dos objetos e comparar com a vista que desenhaste dele. Coloca este objeto bem de frente (maquete física do objeto da Fig. 5) e vê se é isso mesmo que tu enxergas, ou se mudarias alguma coisa no teu desenho.
- Desenha de novo? Pode olhar o objeto.
- Aqui tu representaste a parte de cima (vista frontal desenhada)?

Essa parte aqui (aponta para o plano inclinado que contém o furo).

É esse pedacinho aqui (aponta, na Fig. 6, a face lateral plana da torre, acima dos planos inclinados).

(ALE/M1 começa a desenhar sua vista superior)... só essa parte de cima que eu não identifico muito bem pra desenhar (referindo-se ao topo da torre)... não seria bem assim, mas não sei como desenhar aqui.

É.

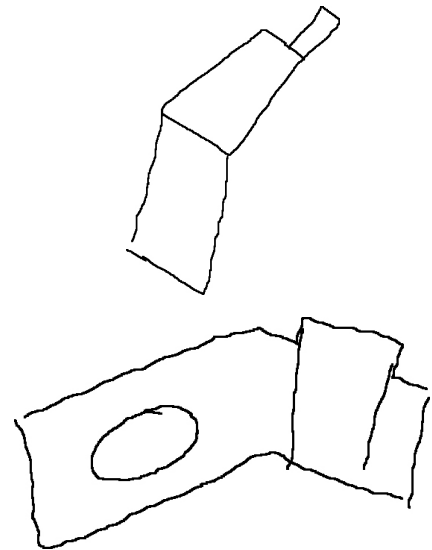
(ALE/M1 desenha uma oval representando o furo).

Sim, são os desenhos (Figs. 5 e 6).

... os pés não ficam bem na ponta (referindo-se à borda da mesa, na primeira vista frontal desenhada).

De frente, na realidade, não teria essa parte de cima (observando a maquete, ALE/M1 constata que a parte superior do tampo da mesa não seria visto na vista frontal).

É, não seria exatamente... pela forma do desenho, teria que ser só essa espessura (referindo-se à espessura do tampo).



- Desenha então pra ver como fica.

(ALE/M1 desenha a segunda vista frontal)... seria isso aqui.

- E olhando de cima, o que tu vê?

Só a base (Indicando a parte superior do tampo).

- E os outros elementos que ficam abaixo do tampo, está de acordo com o que desenhaste ou mudarias algo?

Eu mudaria...

- Então olha o objeto e desenha de novo.

(ALE/M1 desenha a segunda vista superior da mesa)... só esse lado aqui que estou meio em dúvida (indicando as travessas).

- Qual seria tua dúvida? Qual a melhor maneira de representá-los?

... (depois de bom tempo analisando a maquete por cima) não tenho idéia como... eu não veria a largura dele (o que seria a altura das travessas), só veria a espessura... não sei onde posicionar a espessura... (continua analisando a maquete por cima e inclinando levemente para ver os reforços)...

- Facilita olhando assim (viro a maquete de modo que ALE/M1 possa enxergar a parte inferior da mesa)?

(ALE/M1 esboça concordância com esta nova forma de perceber o objeto e conclui sua segunda vista superior)

- Tuas vistas, depois de olhar o objeto, saíram diferentes das vistas que tinhas feito anteriormente. Tu achas que olhando o objeto facilita pra desenhá-las? Fica mais fácil?

Eu acho que é...

- Entendeste o que eu tinha te pedido (referindo-me às representações das primeiras vistas)?

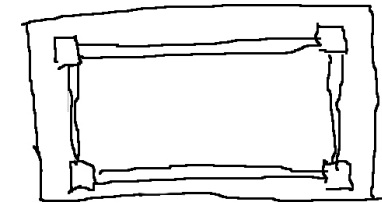
Eu entendi, só... como empregar cada peça, fico meio sem noção.

- E aí com o objeto fica melhor de representar?

É!

- Vamos fazer o mesmo com este aqui (maquete física do objeto da Fig. 6)? Podes olhar bem o objeto (maquete), analisá-lo, desenhar... Aqui fizeste tua vista de frente, agora eu que que olhes ele bem de frente e veja se é isso mesmo que

(ALE/M1 analisa a maquete)... é, acho que teria que mudar...



- enxergas ou se mudarias, e o que mudarias.
- Então desenha ela de novo!
 - E como achas que ficaria?
 - O que não é bem isso?
 - Mas tu imaginas que não seja assim, é isso?
 - E não consegues desenhar como é?
 - E visto de lado? Olha o desenho que fizeste... mudarias?
 - Tu achas que não é assim, mas não sabes como ficaria?
 - E olhando ele bem de cima?
 - E como ficaria?
 - Que tu sentisses de dificuldade para fazer esses desenhos?
 - Eu vi que algumas coisas disseste que não sabia se era da forma que estavas representando, mas não sabes como ficaria.
 - Sabes o que te dá essa dificuldade de desenhar?

... essa parte do meio (a torre) é que confunde...

... (ALE/M1 desenha sua segunda vista frontal)... não é bem isso, mas...

Essa parte (aponta para a representação da torre na segunda vista)... como botar ela assim por fora (aponta para a maquete)... (ALE/M1 complementa o desenho)... é, sem noção!

É, eu acho que não é!

Não!

(risos)... (ALE/M1 desenha sua segunda vista lateral)... essa parte no meio (torre) é que continua... não é assim (risos)!

Não.

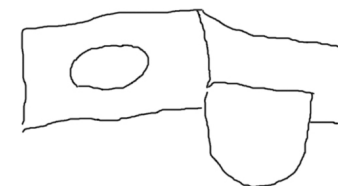
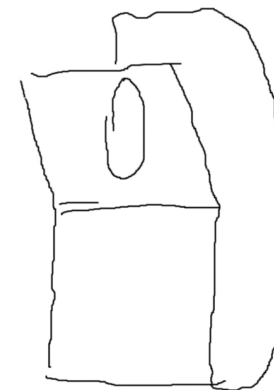
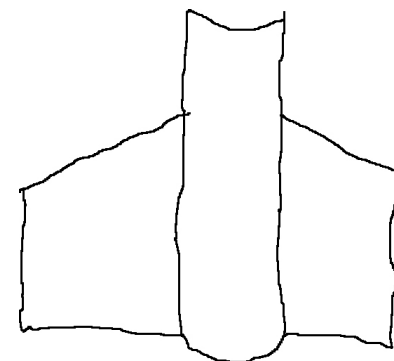
(ALE/M1 analisa a maquete vista de cima)... ficaria diferente (referindo-se à primeira vista superior desenhada).

(ALE/M1 desenha sua segunda vista superior)... essa parte... mais ou menos assim (referindo-se novamente à torre).

A espacial, eu acho... tu botares no plano fica mais difícil.

Sim.

... não sei.



- Por exemplo, essa torre na vista de frente...

- Se eu pegar este CD e colocá-lo bem na frente dos meus olhos (coloco um CD com sua superfície bem em frente aos meus olhos), que achas que estou enxergando?

- Pode desenhar!

- E se eu inclinar o CD assim (inclino-o para frente, a aproximadamente 45° , mantendo-o na frente dos meus olhos)?

- E se eu colocar assim, bem retinho, na frente dos meus olhos (coloco o CD com sua superfície horizontalmente, em frente aos olhos)? Que achas que eu enxergo?

- Pode desenhar!

Acho que é a forma dela que é meio diferente e ela é posta meio que embutida no objeto.

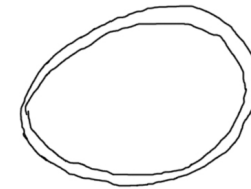
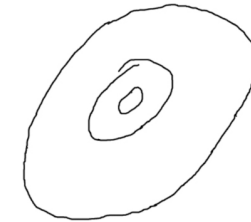
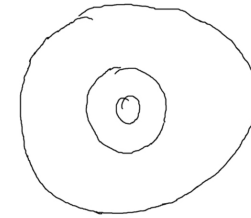
Só a voltinha dele...

(ALE/M1 desenha três circunferências concêntricas)

(ALE/M! desenha três ovais inclinadas para a direita)

Só a espessura dele.

(ALE/M1 desenha duas circunferências. A distância entre elas representa o que seria a espessura do CD).



PROTOCOLO DE ENTREVISTA – PE 4

Desenho Manual e Modelagem Geométrica: o desenvolvimento da lógica do espaço na representação gráfica

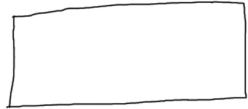
<p>Entrevistador: Antônio Pedro da Silva Júnior Data da Entrevista: 14/11/2006 Duração: 56 min Arquivo de Gravação: M1_SUE</p>	<p>Identificação: SUE/M1 Módulo: 1</p>	<p>Representações</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Tenho aqui duas figuras que representam o mesmo objeto (Fig. 5). Identificas este objeto? - Podes me descrever esta mesa? A forma que ela tem, do que ela é composta? - Ela está exatamente de frente (apontando para a primeira figura da Fig. 5)? - Tem pernas? - Falaste da forma retangular da mesa. Refere-se a este tampo (indico a parte superior do tampo da mesa, na Fig. 5)? - Vou pedir que desenes um retângulo. - Notas que este retângulo aqui (tampo da mesa na 	<p><i>Sim, uma mesa.</i></p> <p><i>Parece uma mesa de madeira, ela é meio retangular. Ela está de frente pra mim, e a outra parece que estou vendo de baixo pra cima (Fig. 6), meio em diagonal.</i></p> <p><i>Essa aqui não bem de frente, eu estou vendo ela... como vou te dizer... estou vendo meio de lado. E essa estou vendo de baixo pra cima...</i></p> <p><i>Tem... quatro pernas... ela tem uma parte embaixo da mesa que sustenta a tampa (reforços sob o tampo)...</i></p> <p><i>É, o tampo... retangular pra mim.</i></p> <p><i>... (SUE/M1 desenha um retângulo)... acho que seria algo assim.</i></p> <p><i>Não, não.</i></p>	<div style="text-align: center;">  </div>

Fig. 5) não corresponde ao que desenhaste.

- Por que achas que isto acontece?

Pela forma de como o desenho está colocado, porque eu estou fazendo o retângulo de cima e este retângulo (Fig. 5) está meio... enviesado, meio de lado.

- E se visses essa mesa de cima, o que enxergarias?

Ela um pouco mais larga e mais comprida, mas mesmo um retângulo.

- Podes desenhar!

(SUE/M1 desenha um retângulo)... aqui eu vou ver só a tampa da mesa.

- E se tu estivesse bem na frente dela, bem na altura dos teus olhos, que achas que enxergarias?

Eu ia ver as pernas dela (apontando para a parte frontal da mesa na Fig. 5) e a parte lateral da mesa.

- Podes desenhar?

Vou tentar... (SUE/M1 começa a desenhar o que seria a vista frontal) não seria como estou imaginando ela... deixa eu te explicar... eu tô vendo as pernas dela, tô vendo a parte lateral dela (reforço sob o tampo)... não vou conseguir te desenhar como estou vendo ela... a parte da tampa estaria deitada, estaria vendo essa parte aqui (aponta para a parte superior do tampo da mesa) e as pernas mais ao fundo.

- Vamos voltar à vista superior. Existem estas pernas aqui que ficam embaixo desta tampa (Fig. 5). Saberias me localizar onde elas ficariam em relação a esta tampa que fizeste?

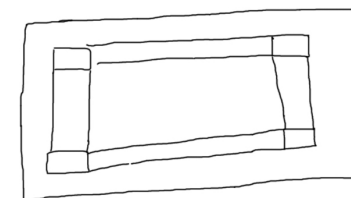
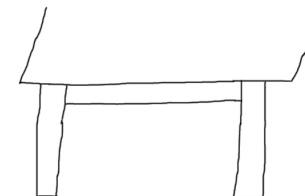
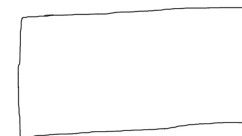
Mais ou menos aqui... não muito na ponta (SUE/M1 desenha quatro quadrados onde os pés estariam localizados).

- E estes reforços (Fig. 5), sabes como ficariam em relação a esta vista?

Na mesma direção das pernas... como estou vendo ali (Fig. 5), só que mais estreita. Não muito largo, pode ser mais fino.

- Agora vou te mostrar o desenho de outro objeto. Este aqui (Fig. 6). Já viste este objeto antes?

Não.



- Podes me descrevê-lo? Consegues visualizá-lo?
- E este círculo, o que achas que é?
- E o que seria essa oval?
- O que enxergarias se este objeto fosse posto bem na tua frente?
- Desenha pra mim?
- Agora te imaginas colocada ao lado deste objeto e olhando para esta lado de cá (aponto para a face lateral do objeto). Que achas que enxergarias?
- E que mais tu enxergas nesta vista?
- E como ficaria no desenho?
- E tu achas que tem como desenhar isso?
- Nem tentando? Tenta colocar no papel o máximo possível parecido com aquilo que imaginas.

Parece um "cone" essa parte aqui (aponta para a torre da Fig. 6)... também um tipo de retângulo (plano inclinado) com um círculo no meio...

É uma oval.

(SUE/M1 analisa a Fig. 6 posta na vertical, em frente aos seus olhos)... seria um buraco? ... eu acho.

... eu veria só esta parte aqui (indica a face frontal do objeto na Fig. 6).

... (SUE/M1 desenha sua vista de frente)... se eu tivesse vendo ele de frente eu veria ele mais reto e, claro, com essa parte (torre) vindo mais pra frente, mais oval assim.

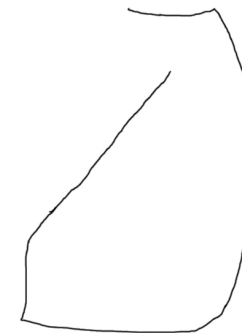
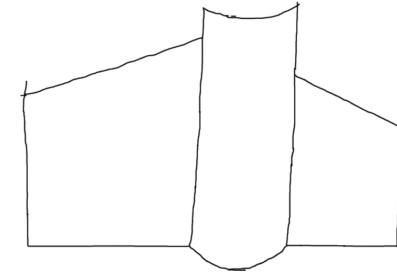
... Essa parte do "cone" (torre) estaria mais pra frente... como vou fazer isso?... tem como, eu sei que tem... (SUE/M1 passa bom tempo tentando representar a torre vista de lado)... essa parte aqui eu tô vendo que é mais volteado (referindo-se à base da torre)... só que aí tem que vir a parte reta pra frente (corpo da torre, que SUE/M1 representa meio arredondada)...

De lado? ... aqui eu não teria como ver a parte de cima dele (referindo-se ao topo da torre)... depois a parte... inclinada...

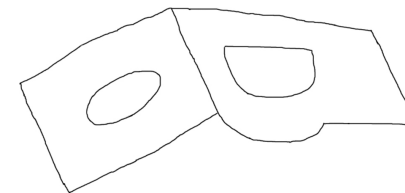
... não vou conseguir desenhar ele como vou estar vendo...

Eu não ia conseguir desenhar...

(SUE/M1 coloca a Fig. 6 na vertical e de lado em relação aos seus olhos, como se estivesse vendo o objeto em 3D)... eu ia ver isso mais volteado (torre) e essa parte inclinada não pode vir aqui pro lado...



<p>- E por que tu achas que tem essa dificuldade de colocar no papel?</p>	<p><i>não é assim... a parte inclinada tem que partir do plano...</i></p>
<p>- E imaginando ele visto de cima. Consegues representar o que verias? Podes primeiro mostrar (Fig. 6) o que verias e depois tentar desenhar.</p>	<p><i>Porque eu nunca peguei um desenho desses pra fazer... imaginando eu acho meio difícil, mas olhando para o objeto eu consigo. Agora, eu imaginar acho meio complicado.</i></p>
<p>- E imaginando ele visto de cima. Consegues representar o que verias? Podes primeiro mostrar (Fig. 6) o que verias e depois tentar desenhar.</p>	<p><i>la ver a parte do "cone" reta... essa partezinha aqui ela vai pra trás (referindo-se ao topo da torre)... aqui tem a sombra dele (mostra a lateral plana da torre acima dos planos inclinados). Aí eu ia ver o telhado inclinado pra um lado e o telhado inclinado pro outro (referindo-se aos planos inclinados).</i></p>
<p>- E essa oval aqui (aponto para o furo da Fig. 6)? Ficaria também representada? Como?</p>	<p><i>Só como um círculo.</i></p>
<p>- Tenta desenhar o que me descreveste?</p>	<p><i>... (SUE/M1 começa a desenhar a vista superior)... essa parte aqui tô vendo inclinado... essa parte que eu desenhei aqui (topo da torre) seria a parte que estou vendo mais afastada do telhado, mais alta. Aí é que pega pra desenhar... essa parte mais alta...</i></p>
<p>- E como tu achas que ficaria isso em relação ao teu desenho?</p>	<p><i>Teria que ficar mais no meio (topo da torre)... não! No meio não. Na ponta... como vou desenhar essa parte de cima? ... eu estaria vendo esta parte de cima (topo da torre), mais ao fundo a parte do telhado, só que eu estaria vendo ele não reto, porque do mesmo jeito que ele está em declínio na parte da frente, ele vai estar em cima. Não tem como ver ele reto em cima,</i></p>
<p>- Com relação aos objetos que desenhaste, qual deles teve maior dificuldade para desenhar? Ou ambos apresentaram a mesma dificuldade?</p>	<p><i>Eu acho que desenhar a mesa foi mais fácil, por não ter tantos detalhes, eu acho.</i></p>
<p>- Vou te mostrar dois objetos (maquetes físicas dos objetos desenhados).</p>	<p><i>É o que eu vi agora (risos)!</i></p>



- Tu achas que são os objetos que estavas desenhando?
- Então agora pega a mesa (maquete), coloca ela de frente, bem na frente dos teus olhos, e vê se o que desenhaste (vista frontal) é o que enxergas aí.
- E assim olhando tu achas que consegues desenhar agora?
- Então desenha pra mim de novo. Podes olhar o objeto a vontade... copia!
- Desenha o que tu enxergas.
- As duas pernas de trás?
- E se tu olhares bem na frente dessas duas pernas (indico uma da frente e a que está atrás desta). Como tu achas que elas ficariam?
- E tu achas que ficaria o teu desenho?
- Aqui foi teu desenho visto de cima (vista superior desenhada), a parte de cima da mesa e onde ficariam os pés e aquelas partes (reforços sob o tampo). Agora podes olhar aqui (maquete) e ver se corresponde ou se mudarias alguma coisa?
- Pode, a vontade. Pode olhá-lo como quiseres.
- Agora vamos fazer o mesmo com este objeto aqui (mostro o objeto da Fig. 6). Vou te pedir que pegues ele e coloque-o bem na frente dos teus

É! É melhor vendo assim (maquetes) do que assim (Fig. 5 e 6).

(SUE/M1 coloca a maquete da mesa em frente aos olhos e observa)... foi mais ou menos isso, só que eu não consegui desenhar essa parte mais afastada (indica as pernas da mesa).

Eu acho que sim.

... (SUE/M1 analisa a maquete da mesa por bom tempo)... só a parte da frente, tu diz!

Assim mesmo estou enxergando as duas pernas.

Sim.

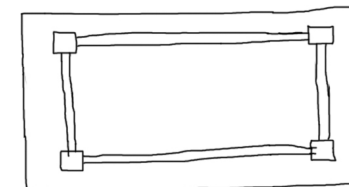
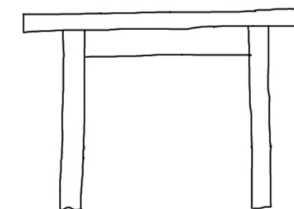
Assim bem de frente estou vendo uma atrás da outra.

Eu acho que assim... (SUE/M1 desenha sua segunda vista frontal)... o meu desenho de frente seria isso aqui.

Posso virar ele (SUE/M1, segurando a maquete na mão, pergunta se pode virar a maquete no intuito de olhar como ficariam os elementos sob o tampo em relação ao seu desenho)?

(SUE/M1 observa os pés e os reforços sob o tampo e refaz sua vista superior, corrigindo a espessura destes últimos)...

(SUE/M1 coloca o objeto em frente aos seus olhos e observa)... eu acho que não! A visão que eu tenho é que isso aqui (aponta para a torre) está mais pra



olhos assim (faço a ação que ela deve executar), olha esse teu desenho (vista frontal) e vê se é realmente isso ou se achas que deves arrumar alguma coisa.

- Desenha ele de novo!

- Tu enxergas ele mais reto? É isso?

- Aqui desenhaste tua vista lateral. Vamos ver agora enxergando o objeto (maquete), vamos ver se fica melhor pra desenhar esta vista.

- O que estás enxergando olhando ele (maquete) assim, nesta posição.

- Como vais imaginar no papel. Mas corresponde ao que vês, ou não?

- Quero que representes esse declínio como tu achas que fica no papel. Teu olho percebe que existe o declínio, mas quero saber como vais representar no papel.

- Agora, com tua vista vendo ele de cima, eu quero que compares com o objeto. Tu achas que teu desenho está correspondendo ou desenharias a vista de novo?

- Podes desenhar?

frente, mas o meu desenho... aqui eu deixaria reto (aponta para o topo da torre, no desenho da sua vista frontal)... não tão oval, eu deixaria meio assim (torna a gesticular uma linha arredondada, mas menos pronunciada que a do desenho).

(SUE/M1 desenha sua segunda vista frontal olhando para o objeto)... não consigo fazer muito arredondado, ele tá praticamente reto (referindo-se à base da torre), só depois que ele faz o contorno na volta.

É... ele faz a volta nos lados, mas eu tô vendo ele aqui reto!

... eu tenho que analisar o lado, e não a frente!

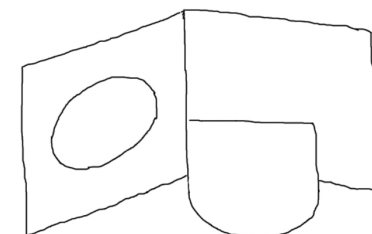
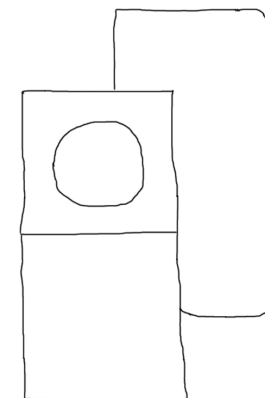
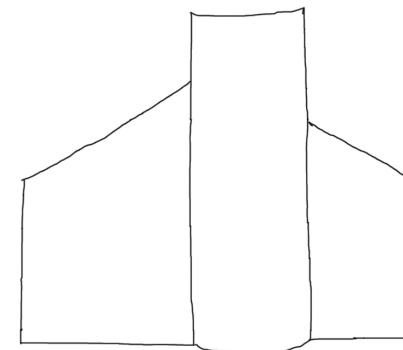
Tudo que estou vendo, assim! (SUE/M1 começa a desenhar sua segunda vista lateral)... eu tenho que desenhá-lo como estou vendo ou como vou imaginar no papel?

Sim, só que o que estou vendo está em declínio (plano inclinado), no papel, se eu fizer em declínio...

(SUE/M1 termina de desenhar sua segunda vista lateral)...

(SUE/M1 observa o objeto visto de cima)... eu desenharia mais reto agora, mais proporcional ao que estou vendo agora.

Ele não está tão em declínio na parte de cima... (SUE/M1 desenha sua segunda vista superior)...


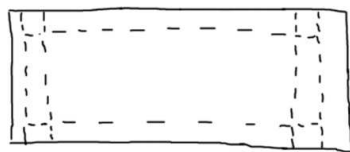


- Que achaste mais fácil de fazer os desenhos: imaginando o desenho ou olhando para o objeto

Este aqui eu achei mais fácil olhando (indica a maquete do objeto da Fig. 6), o que eu errei ali na parte do círculo, ao olhar ele de lado (referindo-se à representação da torre na vista lateral). Eu acho que os outros eu mais ou menos identifiquei! Só esse aqui é que eu também me atrapalhei (novamente referindo-se à torre representada na vista superior), porque eu te disse como é que eu iria imaginar essa parte em cima (topo da torre), porque eu estou vendo aquela parte de cima, como eu ia colocar.

PROTOCOLO DE ENTREVISTA – PE 8

Desenho Manual e Modelagem Geométrica: o desenvolvimento da lógica do espaço na representação gráfica

<p>Entrevistador: Antônio Pedro da Silva Júnior</p> <p>Data da Entrevista: 12/11/2006</p> <p>Duração: 32 min</p> <p>Arquivo de Gravação: M4_CAR</p>	<p>Identificação: CAR/M4</p> <p>Módulo: 4</p>	<p>Representações</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Sabes identificar que objeto é este (Fig. 5)? - Por que podes afirmar que é uma mesa? - Mesa é um objeto comum? - Podes descrever esta mesa? - Que forma tem este tampo? - Podes desenhar, fazer um rascunho, de como ficariam as vistas ortográficas desta mesa? - Podes dizer o que pensaste para fazer estes desenhos? - No caso da vista frontal, o que pensaste para desenhá-la? O que imaginaste? 	<p><i>Uma mesa.</i></p> <p><i>Pelas dimensões dela... pelo formato também, logo quando a gente vê, dá pra identificar que é uma mesa.</i></p> <p><i>É.</i></p> <p><i>Ela tem um tampo...</i></p> <p><i>Tem um tampo retangular, tem quatro pés bem grandes e tem umas... travessas que vão dar uma estabilidade melhor para a mesa.</i></p> <p><i>(CAR/M4 desenha as vistas frontal e superior do objeto da Fig. 5)</i></p> <p><i>Eu pensei na mesa.</i></p> <p><i>Eu imaginei só a estrutura dela, só as linhas da parte frontal.</i></p>	<div style="text-align: center;">   </div>

- Aqui na vista superior, desenhaste um retângulo que representa?
- Este retângulo (aponto para o da vista superior desenhada) tem a mesma forma deste aqui (aponto para o tampo da mesa na Fig. 5)?
- Por quê?
- E aqui (aponto para a vista superior)?
- E o que tu achas que identifica, representa melhor a forma deste tampo: visto em perspectiva ou em vista ortográfica?
- E sabes dizer por que em perspectiva ele (tampo retangular) fica... deformado, vamos dizer assim?
- Por que tu achas que o retângulo desenhado em perspectiva fica desta forma (tampo da Fig. 5) e quando desenha em vista ele fica assim (vista superior desenhada)? Por que isto acontece?
- Vou te mostrar outro objeto (Fig. 6). O que ele te lembra?
- Já viste esse objeto antes?
- Que achas que deve ser mais fácil desenhar: as vistas da mesa (Fig. 5) ou deste aqui (Fig. 6)?
- Por quê?
- E achas que isto facilita o desenho?
- Podes desenhar as vistas deste objeto também (Fig. 6)?

O tampo da mesa.

... não!

Porque aqui (aponta para a Fig. 5) está em perspectiva.

Está em vista.

Em vista!

...

... (depois de um bom tempo) porque muda o posicionamento do objeto desenhado.

Uma fábrica.

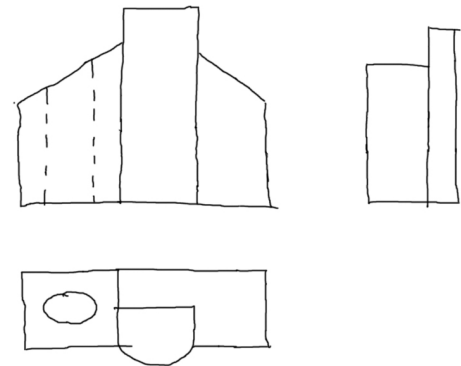
Não.

A mesa.

Porque a mesa está no cotidiano da gente... a gente vê mais.

Acho que sim!

(CAR/M4 desenha as vistas frontal, lateral e superior)... acho que é isso!



- Na vista frontal, tem como indicar este furo aqui (indico o furo na Fig. 6)?
- Conhecetes estes dois objetos (apresento as maquetes dos objetos representados nas Fig. 5 e 6)?
- São os mesmos que desenhaste?
- Dá uma olhada neste objeto (maquete da Fig. 5) e confere se tuas vistas estão correspondendo a ele.
- Pode. Como ficaria?
- Fica assim?
- E deste aqui (indico a maquete do objeto da Fig. 6)?
- O que aconteceu?
- O que achas que muda de um objeto modelado no computador em 3D, de um desenho feito à mão, como as vistas que fizeste, por exemplo?
- Eu quero saber o que tu imaginas para fazer um desenho ou outro.
- Vamos fazer este objeto no Autocad?

Teria que ter o pontilhado (tracejado) aqui (CAR/M4 complementa a vista frontal).

(CAR/M4 indica que sim)

São.

(CAR/M4 analisa o objeto)... falta o detalhe dos tracejados... acrescento?

(CAR/M4 complementa a vista frontal)...

Acho que sim.

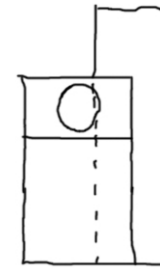
(CAR/M4 observa atentamente o objeto)... só na lateral esquerda que eu errei...

Eu acho que tentei fazer muito rápido e não acabei prestando atenção no que tinha que ver... (CAR/M4 desenha sua segunda vista lateral)

... queres saber a dificuldade?

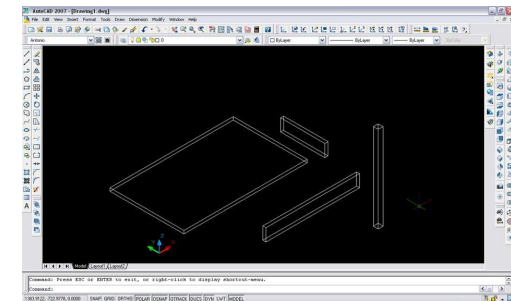
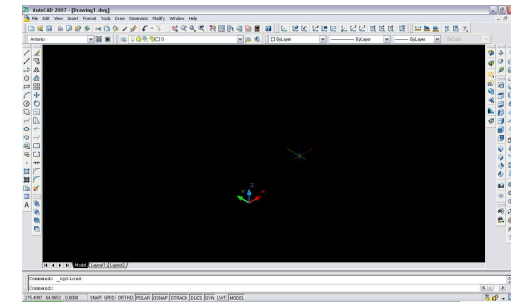
...

Pode ser...



(CAR/M4 coloca a visualização da área de trabalho em perspectiva isométrica...)

(... através do comando *box*²⁴, cria as partes da mesa – tampo, travessa longitudinal, travessa transversal e pé – já em suas posições corretas. CAR/M4 utiliza uma régua para obter as dimensões a partir da maquete física...)



– Estás desenhando em perspectiva?

Isso.

– E quando desenhavas as vistas, tu imaginas o objeto em perspectiva também?

Não.

– E como tu imaginas o objeto?

Ele já montado.

– E agora o que estás fazendo?

Estou criando as partes da mesa, para depois montá-la.

– E já crias cada uma destas partes em sua posição correta?

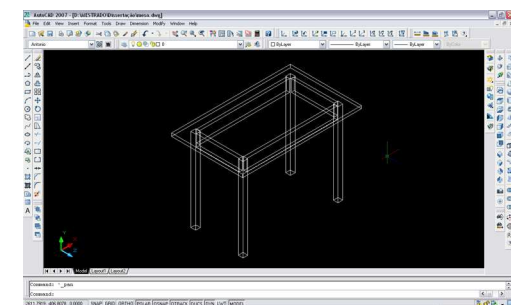
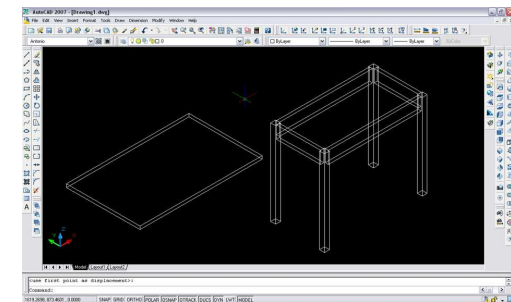
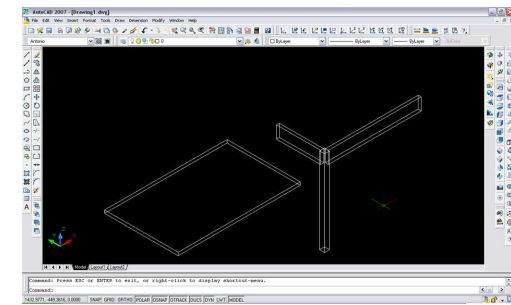
Isso.

²⁴ O comando *box* cria prismas retos retangulares com suas dimensões – comprimento, largura e altura – alinhados aos eixos X, Y e Z, respectivamente, do sistema de coordenadas (Ribeiro e Viana, 2000).

(... CAR/M4 alinha as partes usando o comando move²⁵ ...)

(... após, CAR/M4 obtém as demais partes através do comando mirror3d²⁶ ...)

(... através do comando move, CAR/M4 posiciona o tampo sobre a estrutura, sem o cuidado de pegar pontos de referência destas entidades...)

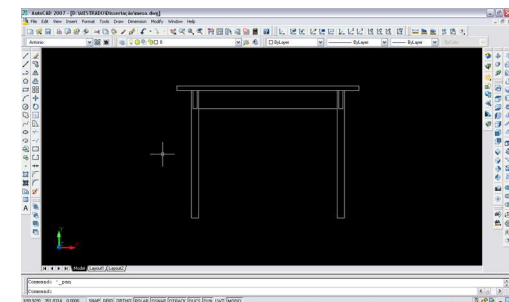
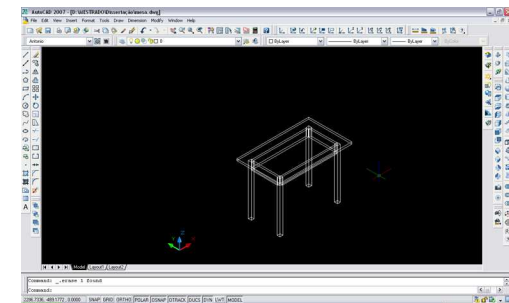
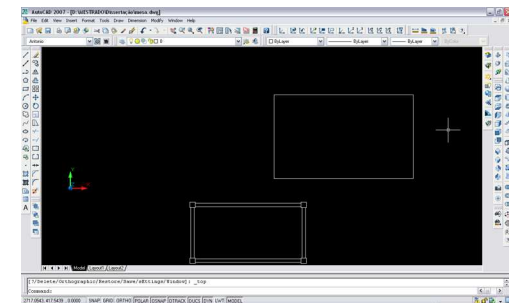


²⁵ Comando de edição que move objetos de uma posição para outra no desenho (Ribeiro e Viana, 1999).

²⁶ Comando para se obter simetrias das entidades selecionadas, tendo como referência um plano no espaço (Ribeiro e Viana, 2000).

(... porém quando coloca o objeto em outra visualização, observa que o tampo ainda não está em sua devida posição.)

(... após um bom tempo observando o desenho, e algumas tentativas iguais à primeira, sem sucesso, ela posiciona o tampo em uma das pontas da estrutura e, através do comando move, CAR/M4 posiciona o tampo no meio da estrutura, mas sem muita precisão.)



- E para se obter as vistas a partir daí (objeto modelado), como se faz?

(CAR/M4 utiliza o comando 3DViews/Front para visualizar o modelo digital na posição q determina sua vista frontal...)

-

- Achas que estas vistas obtidas correspondem àquelas que desenhaste?

(... após utiliza o comando 3DViews/Top para visualizar o modelo na posição da vista superior...)

(CAR/M4 compara seus desenhos com as visualizações do objeto digital)... sim!

